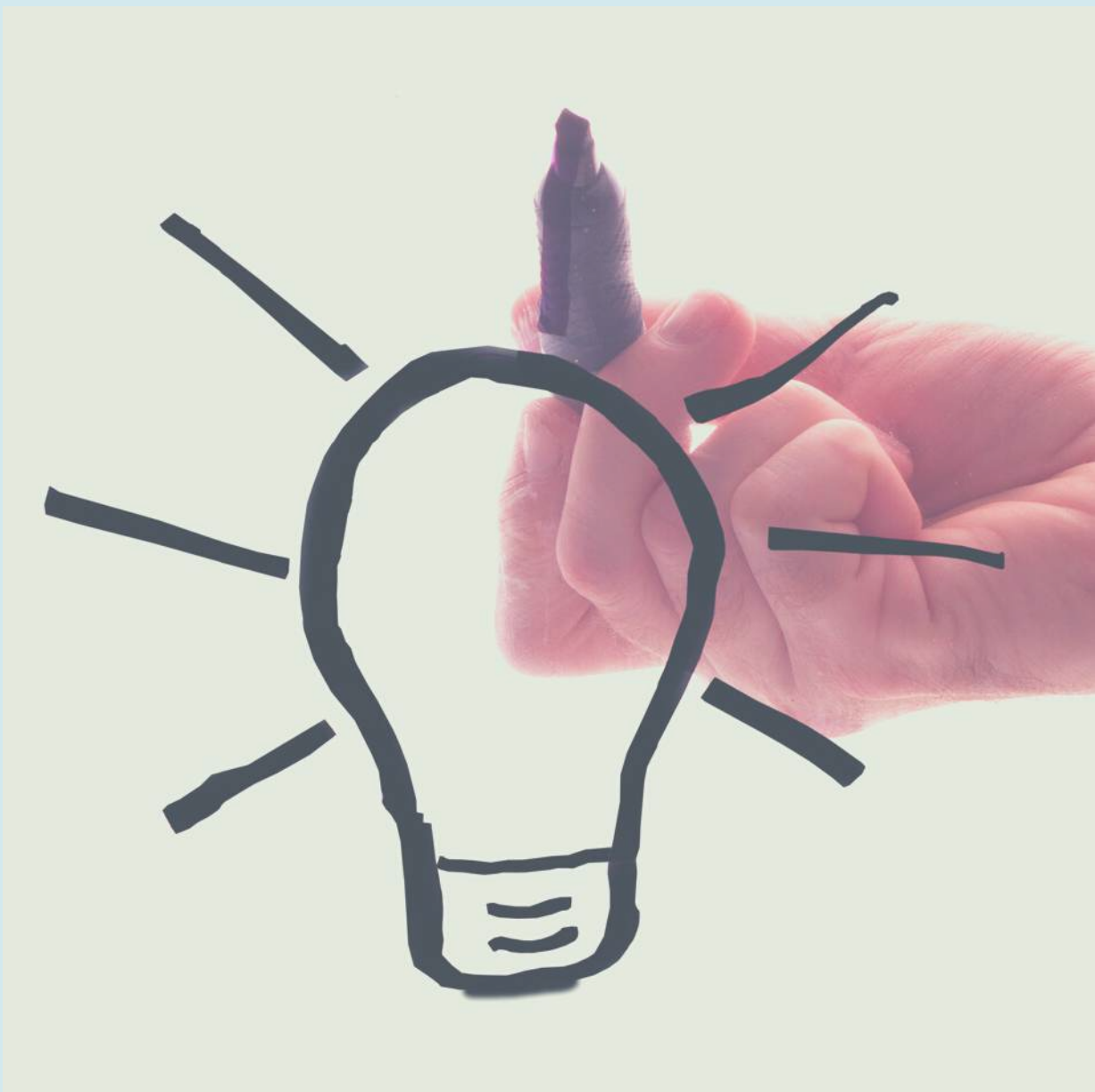


# Προβολή ερευνητικών αποτελεσμάτων Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

Τεύχος #19  
Δεκέμβριος 2021



# Περιεχόμενα

## HORIZON 2020

Λειτουργία Δικτύου Παρατηρητηρίων στη Μεσόγειο Θάλασσα

3

## Internal Security Fund Police

Οικοδομώντας την Θρησκευτική Ανοχή Μέσω της Εκπαίδευσης

10

## ERASMUS+

Προγράμματα Μικρού Κύκλου Θερμικής Ανάλυσης στην Επιστήμη των Υλικών

15

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

Αιχνευτής Micromegas στην Αναζήτηση Νέας Φυσικής

19

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

Αξιοποίηση Τεχνολογιών 5G-IoT για την Ορθολογική Διαχείριση και Εξοικονόμηση Υδάτινων Πόρων στην Αγροτική Παραγωγή

25

Αξιοποίηση Πολιτισμικού Αποθέματος με τη Χρήση Υποβοηθούμενης Αναγνώρισης, Ανάλυσης, Επισήμανσης και Εμπλουτισμού Τεκμηρίων

34

# Λειτουργία Δικτύου Παρατηρητηρίων στη Μεσόγειο Θάλασσα

Αθανάσιος Τσίκληρας  
Αναπληρωτής Καθηγητής  
Τμήμα Βιολογίας  
atsik@bio.auth.gr

# Σύντομη Περίληψη

Σκοπός του έργου ODYSSEA ήταν να αναπτύξει μια διαλειτουργική πλατφόρμα που ενσωματώνει τα δίκτυα συστημάτων παρατήρησης και πρόβλεψης σε ολόκληρη τη λεκάνη της Μεσογείου, εφαρμόζοντας προηγμένους αλγόριθμους για την οργάνωση, την ομογενοποίηση και τη συγχώνευση μεγάλων συνόλων δεδομένων σε κοινό τύπο και μορφή. Στο πλαίσιο αυτό δημιουργήθηκε δίκτυο παράκτιων παρατηρητηρίων, ποντίστηκαν σταθμοί παρακολούθησης, έγιναν ερευνητικοί πλόες με χρήση νέων αισθητήρων και αναπτύχθηκε μια σειρά από μοντέλα (κλιματικά, ωκεανογραφικά, βιο-γεωχημικά και οικοσυστημικά). Η βασική πληροφορία της πλατφόρμας Marinomica (<https://marinomica.com>) είναι δημόσια διαθέσιμη σε όλους τους χρήστες. Συντονιστής του έργου ήταν ο Καθ. Γεώργιος Συλαίος (ΔΠΘ), ενώ το ΑΠΘ συμμετείχε στην ανάπτυξη οικοσυστημικών μοντέλων, στην εκτίμηση της κατάστασης των αλιευτικών αποθεμάτων και οικοσυστημάτων της Μεσογείου καθώς και στην ανάλυση των ακουστικών δεδομένων που συλλέχθηκαν στους ερευνητικούς πλόες με Glider.

## Πλαίσιο Χρηματοδότησης:

HORIZON 2020

Societal Challenges, Food security, sustainable agriculture and forestry, marine and maritime and inland water research



## Λέξεις Κλειδιά:

ωκεανογραφία, αλιεία, θαλάσσια οικοσυστήματα, κλιματική αλλαγή

## Διάρκεια Έργου:

01/06/2017- 30/11/2021

## Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:

**Δόμνα Δημαρχοπούλου**, Μεταδιδάκτορας

**Καλλιόπη Γκικοπούλου**, Μεταδιδάκτορας

**Ιωάννης Κεραμιδάς** Υποψήφιος Διδάκτορας

**Κωνσταντίνος Μιχαηλίδης** Υποψήφιος Διδάκτορας

# Ερευνητικά Αποτελέσματα

Η ερευνητική ομάδα του Εργαστηρίου Ιχθυολογίας, του Τμήματος Βιολογίας, του ΑΠΘ ανέλαβε τον συντονισμό στο βιολογικό και αλιευτικό μέρος του προγράμματος σε ολόκληρη τη Μεσόγειο. Σε συνεργασία με εταίρους από τα υπόλοιπα παρατηρητήρια σχεδιάστηκε η δειγματοληψία των ακουστικών αισθητήρων για την καταγραφή θαλάσσιων θηλαστικών, αναπτύχθηκαν οικοσυστημικά μοντέλα σε τρεις περιοχές της νότιας Μεσογείου που διαθέτουν περιορισμένα δεδομένα, εκτιμήθηκε η κατάσταση 138 αλιευτικών αποθεμάτων σε ολόκληρη τη νότια ακτογραμμή της Μεσογείου καθώς και η οικολογική κατάσταση των μεσογειακών οικοσυστημάτων με οικοτροφικούς δείκτες. Επίσης συνδιοργανώθηκε (ΑΠΘ και ΔΠΘ με τη βοήθεια του Ιδρύματος Θάλασσα) θερινό σχολείο στην Αλόνησο με συμμετοχή νέων επιστημόνων από ολόκληρη τη Μεσόγειο (<https://odysseaplatform.eu/events/call-for-applications-2nd-odyssea-summer-school-oceanography-and-fisheries-in-the-mediterranean-alonissos-island-greece-2-6-september-2019/>).

## Καταγραφή θαλάσσιων θηλαστικών στο βόρειο Αιγαίο

Το φθινόπωρο 2020 ποντίστηκε στο βόρειο Αιγαίο υποβρύχιο όχημα (Glider) που ήταν εφοδιασμένο με ακουστικό αισθητήρα με σκοπό την καταγραφή των ήχων και την αναγνώριση των ειδών θαλάσσιων θηλαστικών που διαβιούν στην περιοχή, καθώς και τις περιοχές με την υψηλότερη συγκέντρωση ζώων. Η διάρκεια του ταξιδιού ήταν 38 ημέρες κατά τη διάρκεια του οποίου συγκεντρώθηκαν 1500 ακουστικά αρχεία με μέγεθος δεδομένων 1 TB σε βάθη μέχρι 700 μέτρα. Εντοπίστηκαν οι περιοχές με τα περισσότερα ζώα και η ανάλυση συνεχίζεται με σκοπό την αναγνώριση των ειδών και τη συσχέτιση της παρουσίας τους με άλλες παραμέτρους.

## Ανάπτυξη οικοσυστημικών μοντέλων σε περιοχές της νότιας Μεσογείου

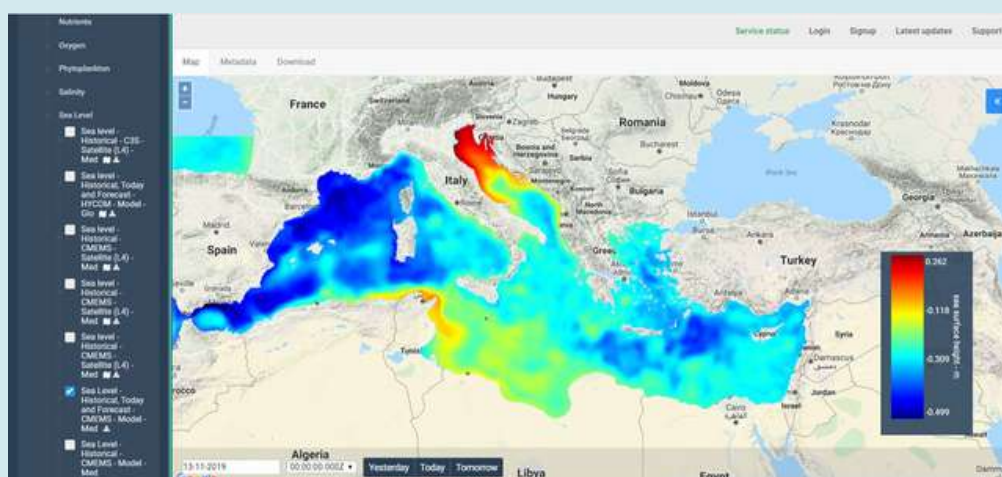
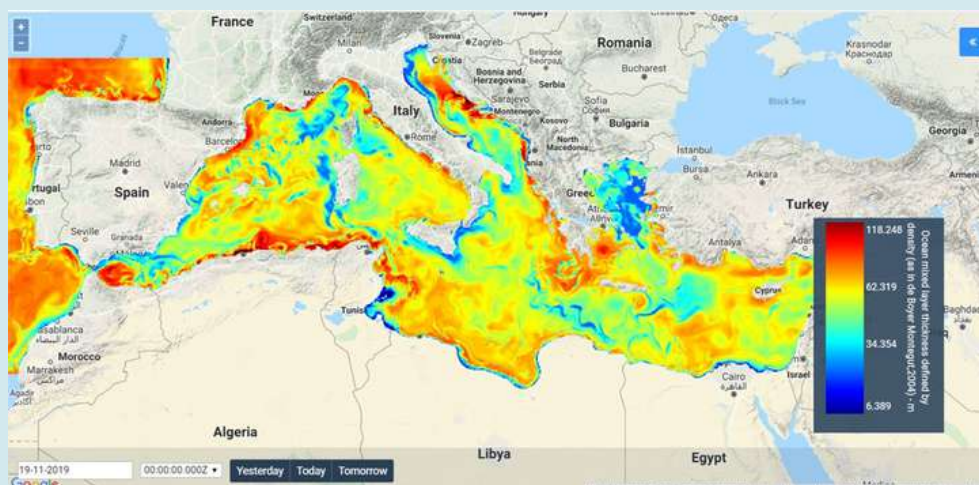
Αναπτύχθηκαν τρία οικοσυστημικά μοντέλα Ecorpath with Ecosim σε τρεις περιοχές της νότιας Μεσογείου αφού η βόρεια ακτογραμμή είναι πλούσια σε δεδομένα και έχει μοντελοποιηθεί επαρκώς. Τα μοντέλα αναπτύχθηκαν για πρώτη φορά στη θαλάσσια περιοχή του Μαρόκου, της Αιγύπτου και της Τουρκίας με βάση τα διαθέσιμα δεδομένα συλλήψεων, βιομάζας και διατροφικών προτιμήσεων των οργανισμών που συλλέχθηκαν από τη βιβλιογραφία. Υπολογίστηκαν οικοτροφικοί και αλιευτικοί δείκτες και έγινε μελλοντική προβολή σε μια σειρά από οικολογικές παραμέτρους.

## Κατάσταση των αλιευτικών αποθεμάτων της νότιας μεσογειακής ακτογραμμής

Για την εκτίμηση της κατάστασης των 138 αποθεμάτων της νότιας Μεσογείου, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος CMSY++, η οποία βασίζεται σε δεδομένα ελαστικότητας και συλλήψεων για την εκτίμηση σημείων αναφοράς αλιευτικής πίεσης (F) και βιομάζας (B) σε σχέση με τις τιμές που αντιστοιχούν στη μέγιστη βιώσιμη απόδοση (MSY). Βρέθηκε ότι από τα 138 αποθέματα, τα 99 (72%) βρίσκονταν υπό καθεστώς υπεραλίευσης ( $F > F_{MSY}$ ) και τα 54 (39%) διατηρούσαν βιομάζα χαμηλότερη από το μισό της βιομάζας που αντιστοιχεί στην MSY ( $B < 0.5 B_{MSY}$ ). Μόνο 26 (19%) αποθέματα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως υγιή, χωρίς δηλαδή να υπόκεινται σε υπεραλίευση και να διατηρούν ταυτόχρονα βιομάζα πάνω από το επίπεδο της MSY.

# Ερευνητικά Αποτελέσματα

Οι δείκτες επιβεβαίωσαν ότι η εκμετάλλευση των αλιευτικών πόρων σε ολόκληρη τη Μεσόγειο Θάλασσα δεν είναι πλέον βιώσιμη και ότι η δομή και η λειτουργία των θαλάσσιων οικοσυστημάτων έχουν αλλοιωθεί ως αποτέλεσμα της υπερεκμετάλλευσης. Ο τρόπος εκμετάλλευσης και η κατάσταση των αποθεμάτων διαφέρει μεταξύ των υποπεριοχών, με τη Λεβαντινή Θάλασσα και τη Σαρδηνία να είναι σε καλύτερη κατάσταση. Παρόλο που περιλαμβάνουν μόνο τους εκμεταλλεζόμενους βιολογικούς πόρους των θαλάσσιων οικοσυστημάτων, οι συλλήψεις και οι οικοτροφικοί δείκτες μπορούν να παρέχουν πληροφορίες για την κατάσταση του οικοσυστήματος και την αλιευτική πίεση και, στην περίπτωση του μεσογειακού νότου, είναι οι μόνες διαθέσιμες πληροφορίες, η οποία είναι εξαιρετικά πολύτιμες σε οικοσυστήματα με φτωχά δεδομένα.



# Παραδείγματα εφαρμογών

“ Σκοπός του έργου ODYSSEA ήταν να αναπτύξει μια διαλειτουργική πλατφόρμα που ενσωματώνει τα δίκτυα συστημάτων παρατήρησης και πρόβλεψης σε ολόκληρη τη λεκάνη της Μεσογείου, εφαρμόζοντας προηγμένους αλγόριθμους για την οργάνωση, την ομογενοποίηση και τη συγχώνευση μεγάλων συνόλων δεδομένων σε κοινό τύπο και μορφή. ”

Η πλατφόρμα ωκεανογραφικής παρατήρησης και πρόγνωσης Marinomica (<https://marinomica.com>) που αποτελεί μια διευρυμένη βάση ωκεανογραφικών δεδομένων από παρατηρήσεις και προγνώσεις, συμβατή με άλλες μεγάλες ευρωπαϊκές βάσεις, προσφέρει τη δυνατότητα να παρακολουθήσει κανείς την εξέλιξη πολλών ωκεανογραφικών και κλιματικών φαινομένων σε πραγματικό χρόνο. Η πλατφόρμα Marinomica ομογενοποιεί και συμπληρώνει ιστορικά ωκεανογραφικά δεδομένα, δεδομένα από προγνωστικά μοντέλα αλλά και δεδομένα σε πραγματικό χρόνο από τα παρατηρητήρια του προγράμματος ODYSSEA και ποντισμένες σηματοδούρες που καταγράφουν την κατάσταση στη Μεσόγειο, και παρέχει πληροφορίες για τα κύματα, τα θαλάσσια ρεύματα, τη στάθμη της θάλασσας, τη χλωροφύλλη και τη θερμοκρασία του νερού.

Το ελληνικό παρατηρητήριο μετρήσεων και προγνώσεων λειτουργεί στην Καβάλα. Έτσι, η πλατφόρμα Marinomica μπορεί να:

- Καταγράψει και προβλέψει την εξέλιξη της παλίρροιας, παρέχοντας οπτικό υλικό από όλη τη Μεσόγειο.
- Μετρήσει την παραγωγικότητα κάθε περιοχής στη Μεσόγειο (οι πιο παραγωγικές περιοχές στην Μεσόγειο είναι ο Κόλπος Ghables στην Τυνησία, οι εκβολές του Νείλου στην Αίγυπτο και η εκβολή του ποταμού Ρο στην βιομηχανική Ιταλία - παρά την εισροή ψυχρού νερού από τη Μαύρη Θάλασσα, το βόρειο Αιγαίο παραμένει σχετικά oligοτροφικό).

# Παραδείγματα εφαρμογών

- Καταγράφει και προβλέπει τη θερμοκρασία της θάλασσας και να εντοπίσει.
- Καταγράφει και προβλέπει το ύψος κύματος και τις καιρικές συνθήκες στη θάλασσα (Πραγματικό παράδειγμα πρόγνωσης από την πλατφόρμα: Έντονη κακοκαιρία στο δυτικό Ιόνιο και το Λυβικό Πέλαγος με ύψη κύματος έως και 6 m προβλέπονται για αύριο 12/3/2019. Οι άνεμοι θα πνέουν έως και 9 Bf από βόρειες διευθύνσεις. Στο Βόρειο Αιγαίο και το Θρακικό Πέλαγος το ύψος κύματος θα φτάσει τα 3 m παραγόμενο από ΒΑ ανέμους έντασης 9Bf).
- Καταγράφει την ένταση, χωρική εξάπλωση και διάρκεια φαινομένων ευτροφισμού στη Μεσόγειο.





# Σχετικές Δημοσιεύσεις

Dimarchopoulou D, Keramidas I, Sylaios G, Tsikliras AC (2021) Eco-trophic effects of fishing across the Mediterranean Sea. *Water* 13: 482.

Tsikliras AC, Touloumis K, Pardalou A, Adamidou A, Keramidas I, Orfanidis G, Dimarchopoulou D, Koutrakis M (2021) Status of 74 non-commercial fish and invertebrate stocks in the Aegean Sea using abundance and resilience. *Frontiers in Marine Science* 7: 578601.

Efrosynidis D, Tsikliras AC, Avtzis A, Sylaios G (2020) Species distribution modelling via feature engineering and machine learning for pelagic fishes in the Mediterranean Sea. *Applied Sciences* 10: 8900.

# Οικοδομώντας την Θρησκευτική Ανοχή Μέσω της Εκπαίδευσης

Αικατερίνη Τσαλαμπούνη  
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια  
Τμήμα Θεολογίας  
etsala@past.auth.gr

# Σύντομη Περίληψη

Το EDUC8 είναι ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα το οποίο επιθυμεί να βοηθήσει τους μαθητές κυρίως της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης να κατανοήσουν τις άλλες θρησκευτικές παραδόσεις. Το οπτικοακουστικό και συνοδευτικό υλικό που σχεδιάστηκε από ειδικούς σε διάφορες χώρες της Ευρώπης έχει ως σκοπό να βοηθήσει τους μαθητές να αντιληφθούν τις άλλες θρησκευτικές παραδόσεις αλλά κι εκείνη της ηθικής και μη θρησκευτικής στάσης ζωής, να τις αξιολογήσουν και να τις αποδεχθούν με σεβασμό και διάθεση περιχώρησης. Απώτερος σκοπός του προγράμματος είναι η δημιουργία των κατάλληλων εκείνων συνθηκών που θα οδηγήσουν στη γνωριμία κι αποδοχή του θρησκευτικά Άλλου και θα αποδομήσουν την άγνοια, τη μισαλλοδοξία και τις προκαταλήψεις. Η ομάδα του ΑΠΘ είχε την ευθύνη συντονισμού και προετοιμασίας του οπτικοακουστικού και του σχετικού συνοδευτικού υλικού για τρεις χριστιανικές παραδόσεις (Ορθοδοξία, Καθολικισμός και Προτεσταντισμός), για το Ισλάμ, τον Ιουδαϊσμό και την ηθική μη θρησκευτική κοσμοθεωρία.

## Πλαίσιο Χρηματοδότησης:

EU Programmes 2014-2020, Internal Security Fund Police

## Λέξεις Κλειδιά:

θρησκεία, πολυπολιτισμικότητα, εκπαίδευση, χριστιανισμός, Ισλάμ



## Διάρκεια Έργου:

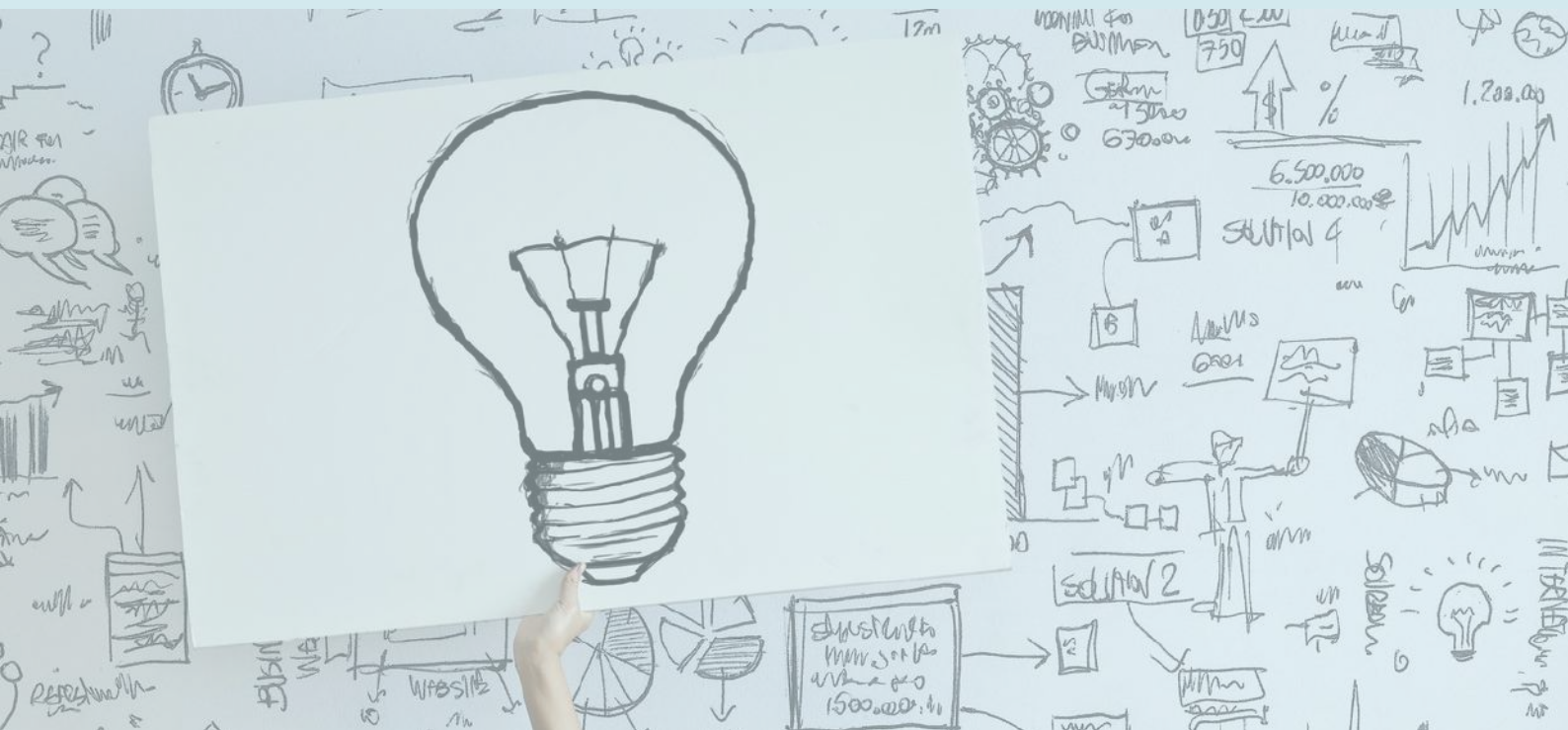
01/12/2019 - 30/11/2021

## Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:

Κραλίδης Απόστολος, Μέλος ΔΕΠ, Καθηγητής

# Ερευνητικά Αποτελέσματα

Η ομάδα του ΑΠΘ είχε την ευθύνη του συντονισμού του WP3 (Shallow Module) του προγράμματος και ετοίμασε τα εξής: α) video και σχετικό συνοδευτικό υλικό για το βιβλίο καθηγητή και μαθητή εισαγωγικό στην Ορθόδοξη Χριστιανική Εκκλησία και παράδοση, β) έλεγξε το περιεχόμενο και την ποιότητα των video και του συνοδευτικού υλικού για το βιβλίο καθηγητή σχετικά με την Καθολική Εκκλησία, τον Προτεσταντισμό, τον Ιουδαϊσμό, το Ισλάμ και την ηθική φιλοσοφία, γ) βιβλίο καθηγητή και μαθητή για το shallow module του προγράμματος με ασκήσεις, επιπλέον εκπαιδευτικό υλικό, βιβλιογραφία, ιδέες για τη διδασκαλία, γλωσσάρι.



# Παραδείγματα εφαρμογών

“ Το οπτικοακουστικό και συνοδευτικό υλικό που σχεδιάστηκε από ειδικούς σε διάφορες χώρες της Ευρώπης έχει ως σκοπό να βοηθήσει τους μαθητές να αντιληφθούν τις άλλες θρησκευτικές παραδόσεις αλλά κι εκείνη της ηθικής και μη θρησκευτικής στάσης ζωής, να τις αξιολογήσουν και να τις αποδεχθούν με σεβασμό και διάθεση περιχώρησης. ”

Το υλικό που παράχθηκε στα δύο πακέτα (Shallow Module και Deep Module), δηλαδή videos, βιβλίο καθηγητή και μαθητή, infographics και factsheets, μπορεί να αξιοποιηθεί στο πλαίσιο μαθημάτων θρησκευτικής εκπαίδευσης στην Ευρώπη κυρίως σε νέους της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Ήδη έχει δοκιμασθεί πιλοτικά σε διαφορετικά σχολεία της Ευρώπης (Βέλγιο, Σλοβενία, Ελλάδα και Φινλανδία) και η αξιολόγησή του από τους διδάσκοντες και τους μαθητές υπήρξε θετική. Το υλικό αυτήν τη στιγμή είναι διαθέσιμο στα αγγλικά, ολλανδικά και γαλλικά κι έχει ήδη ετοιμαστεί η μετάφραση στα σλοβενικά, ενώ για τις ανάγκες της πιλοτικής δοκιμής έχει μεταφραστεί μέρος του και στα ελληνικά. Το υλικό είναι προσβάσιμο στην ιστοσελίδα του προγράμματος (<https://reduc8.eu/Home/Index>) και μέσω του app EDUC8 app (για iphone και android).

# Σχετικές Δημοσιεύσεις

"In the Wonderful Garden of Religions/Philosophies: A Short Introduction to Shallow Module" (Εισήγηση στο Webinar Stakeholder, που οργανώθηκε από το Beyond Horizon Brussels, 19.3.2021).

"Shallow Modules : Can They Be Key For Empathy and a Closer Society?" (εισήγηση στο συνέδριο που οργανώθηκε από το KU Leuven και το Beyond HorizonBrussels, 20.12.2021).

# Προγράμματα Μικρού Κύκλου Θερμικής Ανάλυσης στην Επιστήμη των Υλικών

Κωνσταντίνος Χρυσάφης  
Καθηγητής  
Τμήμα Φυσικής  
[hrisafis@physics.auth.gr](mailto:hrisafis@physics.auth.gr)

# Σύντομη Περίληψη

Το σχέδιο 2018-1-EL01-KA203-047826 με τίτλο “Πρόγραμμα σύντομου κύκλου υβριδικής μάθησης τεχνικών Θερμικής Ανάλυσης στην επιστήμη των υλικών”, υλοποιήθηκε την περίοδο Οκτώβριος του 2018 - Νοέμβριος του 2021. Οι φορείς που συμμετείχαν ήταν: το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο της Θεσσαλονίκης, το Slovenska Technicka Univerzita V Bratislave, το Università Degli Studi di Milano, το Università Degli Studi di Roma la Sapienza και το Πανεπιστήμιο της Κύπρου.

**Στο πλαίσιο υλοποίησης του σχεδίου οργανώθηκαν δύο σύντομοι κύκλοι σπουδών υβριδικής μόρφωσης στην Ρώμη και τη Λευκωσία καθώς και δύο συναντήσεις εκπαίδευσης εκπαιδευτών στην Μπρατισλάβα και το Μιλάνο. Οι εταίροι συντόνισαν το έργο μέσω συναντήσεων από απόσταση και τριών συναντήσεων δια ζώσης, στη Θεσσαλονίκη, τη Ρώμη και τη Λεμεσό.**

**Πλαίσιο Χρηματοδότησης:**  
ERASMUS+

**Λέξεις Κλειδιά:**  
Θερμική Ανάλυση, DSC, TGA



**Διάρκεια Έργου:**  
01/10/2018 - 30/11/2021

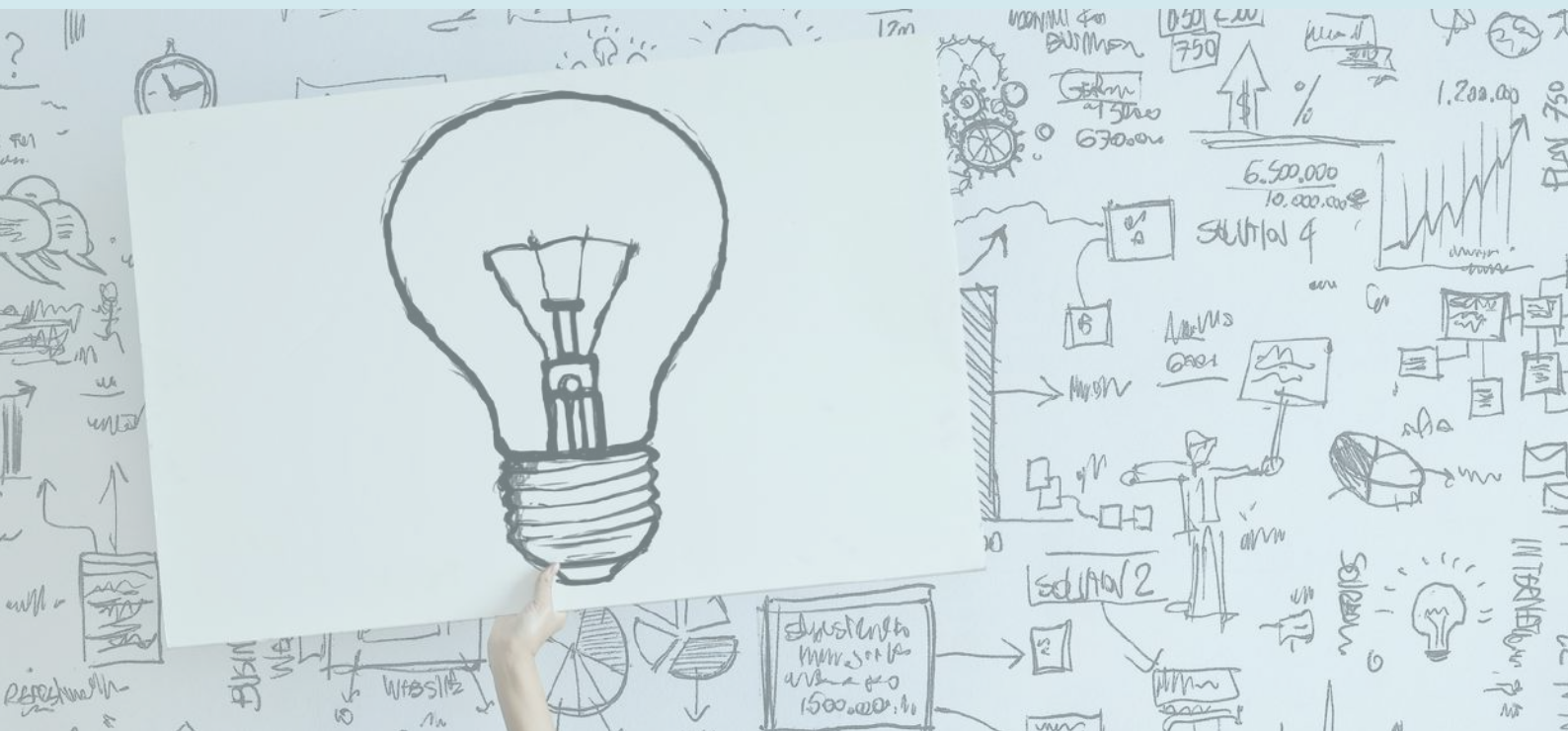
**Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:**  
Χρυσάφης Κ., Καθηγητής  
Βουρλιάς Γ., Αναπληρωτής Καθηγητής  
Αχιλιάς Δ., Καθηγητής  
Μπικιάρης Δ., Καθηγητής  
Ταράνη Ε.  
Κόζαρης Ι.  
Βουβούδη Ε.



# Ερευνητικά Αποτελέσματα

Τα πνευματικά προϊόντα που αναπτύχθηκαν στη διάρκεια του έργου είναι:

- Οδηγίες για μαθήματα σύντομου κύκλου σπουδών στη Θερμική Ανάλυση.
- Δημιουργία και Προσαρμογή Μαθησιακού Υλικού στη Θερμική Ανάλυση.
- Ηλεκτρονική Πλατφόρμα Ανοιχτών Εκπαιδευτικών Πόρων.
- Μεθοδολογία Εκπαίδευσης Εκπαιδευτών στην Υβριδική Μάθηση.



# Παραδείγματα εφαρμογών

“ Στο πλαίσιο υλοποίησης του σχεδίου οργανώθηκαν δύο σύντομοι κύκλοι σπουδών υβριδικής μόρφωσης στην Ρώμη και τη Λευκωσία καθώς και δύο συναντήσεις εκπαίδευσης εκπαιδευτών στην Μπρατισλάβα και το Μιλάνο. ”

Η υλοποίηση του σχεδίου έδωσε την δυνατότητα στουςεταίρους να διερευνήσουν και να οργανώσουν μοντέλα υβριδικής μόρφωσης, τα οποία έχουν μια ιδιαίτερη σημασία και λόγω της περιόδου της πανδημίας που συνέπεσε χρονικά με μέρος της περιόδου υλοποίησης του σχεδίου.



# Ανιχνευτής Micromegas στην Αναζήτηση Νέας Φυσικής

Δημήτριος Σαμψωνίδης  
Καθηγητής  
Τμήμα Φυσικής  
sampson@physics.auth.gr

# Σύντομη Περίληψη

Οι επιστημονικοί στόχοι των πειραμάτων σωματιδιακής Φυσικής Υψηλών Ενεργειών (ΦΥΕ) έχουν δράσει ως κινητήρια δύναμη στην ανάπτυξη νέων ανιχνευτών προηγμένων τεχνολογιών. Στο πλαίσιο των πειραματικών δυνατοτήτων του Μεγάλου Επιταχυντή Αδρονίων (Large Hadron Collider-LHC) στο CERN, μια μεγάλη προσπάθεια έρευνας και ανάπτυξης αφιερώθηκε στην ανάπτυξη καινοτόμων ανιχνευτών Micromegas, για την αναβάθμιση του Μιονικού Φασματομέτρου του πειράματος ATLAS.

Στόχος της παρούσας διδακτορικής διατριβής είναι η ανάπτυξη και κατασκευή νέων συστημάτων ανιχνευτών αερίου γεμίματος που θα ενσωματωθούν και θα λειτουργήσουν στις μεγάλες πειραματικές εγκαταστάσεις του αναβαθμισμένου High Luminosity LHC (HL-LHC) και μελλοντικών επιταχυντών. Επιπλέον μπορεί να προσφέρει καινοτόμες τεχνολογικές λύσεις σε διάφορα άλλα, βασικά και εφαρμοσμένα, επιστημονικά πεδία που εκτείνονται από την αρχαιολογία, έως την παρακολούθηση της προστασίας του περιβάλλοντος και την παρακολούθηση δεσμών επιταχυντών.

## Πλαίσιο Χρηματοδότησης:

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

## Λέξεις Κλειδιά:

Micromegas, New Small Wheel, ATLAS  
experiment, Picosec



## Διάρκεια Έργου:

19/11/2019 - 26/11/2021

## Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:

Ιωάννης Μανιάτης Υποψήφιος Διδάκτορας

# Ερευνητικά Αποτελέσματα

Μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής των ανιχνευτών Micromegas στο ΑΠΘ, και συγκεκριμένα στο εργαστήριο ανιχνευτών στο ΚΕΔΕΚ, και τη μεταφορά τους στο CERN, έγινε η μηχανολογική ολοκλήρωση και ο έλεγχος λειτουργίας των ανιχνευτών πριν την εγκατάσταση στον ανιχνευτή ATLAS. Έγινε μελέτη των ηλεκτρονικών που χρησιμοποιούνται στον συγκεκριμένο ανιχνευτή (VMMs) και η συμπεριφορά τους σε διάφορες συνθήκες λειτουργίας.

Οι ανιχνευτές Micromegas ελέγχθηκαν με μόνια της κοσμικής ακτινοβολίας στο Cosmic Stand που εγκαταστάθηκε στο CERN για την πιστοποίηση των ανιχνευτών. Πραγματοποιήθηκαν μελέτες για το επαγόμενο φορτίο των θαλάμων, μετρήθηκε η απόδοσή τους (efficiency), η χωρική διακριτική ικανότητα (spacial resolution) με την ανάλυση των δεδομένων της κοσμικής ακτινοβολίας (eta-eta, eta-stereo) με πολύ σημαντικά συμπεράσματα.

Αναπτύχθηκε προσομοίωση Monte Carlo για την λειτουργία των ανιχνευτών ώστε να γίνει κατανοητή η γεωμετρική συμπεριφορά των ζευγών σπινθηριστών που χρησιμοποιούνται στο cosmic stand καθώς επίσης και για να γίνει εκτίμηση των παραμέτρων που χρησιμοποιούνται κατά την ανακατασκευή των διερχόμενων τροχιών.

Η ερευνητική ομάδα του ΑΠΘ διαδραματίζει ηγετικό ρόλο στην ανάπτυξη ανιχνευτών Micromegas με εξαιρετικά υψηλή χρονική διακριτική ικανότητα, στο πλαίσιο της συνεργασίας RD51-PICOSEC. Στα πλαίσια της παρούσας διδακτορικής διατριβής έγιναν μελέτες σχετικά με την αποδοτικότητα/ομοιογένεια των φωτοκαθόδων και των ανιχνευτών και για άλλες λειτουργικές παραμέτρους (διαμορφώσεις υψηλής τάσης, επιλογή αερίων, κλπ.) τόσο στο εργαστήριο σε δέσμες laser όσο και σε δοκιμαστικές δέσμες σχετικιστικών σωματιδίων.

**Αναπτύχθηκε λογισμικό προσομοίωσης για την δημιουργία παλμών οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν για την μελέτη χρονισμού των παλμών με την μέθοδο ToT (Time over Threshold). Ο συγκεκριμένος τρόπος μπορεί να επιταχύνει σημαντικά την διαδικασία υπολογισμού του παλμού και να εξοικονομήσει χρόνο και υπολογιστική ισχύ.**

Επιπλέον μελετήθηκαν τα αποτελέσματα δυο νέων πρωτοτύπων ανιχνευτών με πολλαπλά κανάλια ανάγνωσης σήματος. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης έδειξαν ιδιαίτερα ενθαρρυντικά αποτελέσματα με χρονικής διακριτική ικανότητα παρόμοια με αυτή του ανιχνευτή ενός καναλιού (24 ps). Επίσης μετρήθηκε η ικανότητα του ανιχνευτή για τροχιές που διέρχονται σε περιοχές κοντινές στα όρια το κάθε καναλιού ανάγνωσης. Ακόμα και σε αυτήν την περίπτωση ο ανιχνευτής έδειξε ικανότητα παρόμοια με σήματα από παλμούς που πέρασαν από το κέντρο του ανιχνευτή. Σε τέτοιες περιπτώσεις η χρονική διακριτική ικανότητα αγγίζει ακόμα και τα 28 ps.

# Παραδείγματα εφαρμογών

“ Στόχος της παρούσας διδακτορικής διατριβής είναι η ανάπτυξη και κατασκευή νέων συστημάτων ανιχνευτών αερίου γεμίματος που θα ενσωματωθούν και θα λειτουργήσουν στις μεγάλες πειραματικές εγκαταστάσεις του αναβαθμισμένου High Luminosity LHC (HL-LHC) και μελλοντικών επιταχυντών. ”

Οι ανιχνευτές αερίου γεμίματος μικροδομών όπως οι ανιχνευτές Micromegas μπορούν να προσφέρουν καινοτόμες τεχνολογικές λύσεις σε διάφορα επιστημονικά πεδία που εκτείνονται από την αρχαιολογία, έως την παρακολούθηση της προστασίας του περιβάλλοντος και την παρακολούθηση δεσμών επιταχυντών. Έχει ήδη χρηματοδοτηθεί πρόταση της ομάδας για την ανάπτυξη της μεθόδου της τομογραφίας μιονίων για την εξερεύνηση του εσωτερικού αρχαιολογικών τύμβων.

# Σχετικές Δημοσιεύσεις

Construction and operation of large scale Micromegas detectors for the ATLAS Muon upgrade, I. Maniatis (Aristotle U., Thessaloniki), D. Sampsonidis (Aristotle U., Thessaloniki), Ch. Lampoudis (Aristotle U., Thessaloniki), I. Manthos(Aristotle U., Thessaloniki), Ch. Petridou (Aristotle U., Thessaloniki) et al. DOI: 10.1088/1742-6596/2105/1/012021, Published in: J.Phys.Conf.Ser. 2105 (2021) 1, 012021.

Signal processing techniques for precise timing with novel gaseous detectors I. Manthos (Aristotle U., Thessaloniki), K. Kordas (Aristotle U., Thessaloniki), I. Maniatis (Aristotle U., Thessaloniki), M. Tsopoulou(Aristotle U., Thessaloniki), S.E. Tzamarias (Aristotle U., Thessaloniki) DOI: 10.1088/1742-6596/2105/1/012015, Published in: J.Phys.Conf.Ser. 2105 (2021) 1, 012015.

Timing performance of a multi-pad PICOSEC-Micromegas detector prototype, S. Aune (IRFU, Saclay), J. Bortfeldt (CERN), F. Brunbauer (CERN), C. David (CERN), D. Desforge (IRFU, Saclay) et al. e-Print: 2012.00545 [physics.ins-det], DOI: 10.1016/j.nima.2021.165076 (publication), Published in: Nucl.Instrum.Meth.A 993 (2021), 165076.

Recent Developments on Precise Timing with the PICOSEC Micromegas Detector, I. Manthos (Aristotle U., Thessaloniki), J. Bortfeldt (CERN), F. Brunbauer(CERN), C. David (CERN), D. Desforge (IRFU, Saclay) et al. DOI: 10.1088/1742-6596/1498/1/012014, Published in: J.Phys.Conf.Ser. 1498 (2020) 1, 012014.

Progress on the PICOSEC-Micromegas Detector Development: Towards a precise timing, radiation hard, large-scale particle detector with segmented readout, K. Kordas (Aristotle U., Thessaloniki), J. Bortfeldt (CERN), F. Brunbauer(CERN), C. David (CERN), D. Desforge (IRFU, Saclay) et al., DOI: 10.1016/j.nima.2019.162877, Published in: Nucl.Instrum.Meth.A 958 (2020), 162877

Precise timing with the PICOSEC-Micromegas detector.

D. Sampsonidis (Thessaloniki U.), J. Bortfeldt (CERN), F. Brunbauer(CERN), C. David (CERN), D. Desforge (IRFU, Saclay) et al. DOI: 10.1393/ncc/i2020-20013-8, Published in: Nuovo Cim.C 43 (2020) 1, 13.

The Micromegas Project for the ATLAS New Small Wheel, I. Manthos (Aristotle U., Thessaloniki), I. Maniatis (Aristotle U., Thessaloniki), I. Maznas (Aristotle U., Thessaloniki), M. Tsopoulou (Aristotle U., Thessaloniki), P. Paschalias (Aristotle U., Thessaloniki) et al. e-Print: 1901.03160 [physics.ins-det] DOI: 10.1063/1.5091211, Published in: AIP Conf.Proc. 2075 (2019) 1, 080010.

# Σχετικές Δημοσιεύσεις

Performance and calibration of a 2 m<sup>2</sup> SM2 micromegas detector for the ATLAS muon spectrometer upgrade, ATLAS Muon Collaboration • I. Maniatis (Aristotle U., Thessaloniki) et al., DOI: 10.1016/j.nima.2018.11.015, Published in: Nucl.Instrum.Meth.A 936 (2019), 468-469.

Under Review : Cosmic results with the final Micromegas sectors for the ATLAS Muon upgrade.



# Αξιοποίηση Τεχνολογιών 5G-IoT για την Ορθολογική Διαχείριση και Εξοικονόμηση Υδάτινων Πόρων στην Αγροτική Παραγωγή

Σωτήριος Γούδος  
Αναπληρωτής Καθηγητής  
Τμήμα Φυσικής  
[sgoudo@physics.auth.gr](mailto:sgoudo@physics.auth.gr)



# Σύντομη Περίληψη

Το ζήτημα της επάρκειας υδάτινων πόρων αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις της ανθρωπότητας για τις επόμενες δεκαετίες. Σε παγκόσμια κλίμακα, η κατανάλωση του νερού διαμορφώνεται σε περίπου 23% από τη βιομηχανία, 69% από τη γεωργία και 8% από το αστικό περιβάλλον. Στην Ελλάδα, οι μη ορθές γεωργικές πρακτικές που ακολουθούνται, οδηγούν σε κατανάλωση νερού ίση περίπου με το 83% της συνολικής κατανάλωσης. Η υπερβολική χρήση νερού στη γεωργία σε συνδυασμό με τη μη ορθολογική χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων δημιουργεί σημαντικότερα προβλήματα στον κύκλο του νερού στη χώρα μας. Στο παρόν ερευνητικό έργο αξιοποιήθηκαν τεχνολογίες αιχμής, όπως το Διαδίκτυο των Πραγμάτων με στόχο την ορθολογική χρήση των υδάτινων πόρων στη γεωργία.

## Πλαίσιο Χρηματοδότησης:

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



## Λέξεις Κλειδιά:

ορθολογιστική χρήση υδάτινων  
πόρων, γεωργικές χρήσεις νερού,  
internet of things

## Διάρκεια Έργου:

04/06/2018 - 03/11/2021

## Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:

**Αικατερίνη Σιακαβάρα**, Καθηγήτρια Τμήματος Φυσικής  
**Σπυρίδων Νικολαΐδης**, Καθηγητής Τμήματος Φυσικής  
**Αχιλλέας Δ. Μπουρσιάνης**, Ph.D., Μεταδιδακτορικός Ερευνητής Τμήματος Φυσικής  
**Μαρία Σ. Παπαδοπούλου**, Ph.D., Μεταδιδακτορική Ερευνήτρια Τμήματος Φυσικής  
**Αποστολία Καραμπατέα**, M.Sc., Υποψήφια Διδάκτορας Τμήματος Φυσικής  
**Χρήστος Μούρτζιος**, M.Sc., Υποψήφιος Διδάκτορας Τμήματος Φυσικής  
**Δημήτριος Γεωργούλας**, B.Sc., Μεταπτυχιακός Φοιτητής Τμήματος Φυσικής  
**Αναστασία Σκουφά**, B.Sc., Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια Τμήματος Φυσικής  
**Πάυλος Δοάνης**, B.Sc., Μεταπτυχιακός Φοιτητής Τμήματος Φυσικής  
**Αικατερίνη Γρίβα**, B.Sc., Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια Τμήματος Φυσικής

# Ερευνητικά Αποτελέσματα

Στο συγκεκριμένο ερευνητικό έργο πραγματοποιήθηκαν πλήθος δράσεων που αποσκοπούσαν στην ενίσχυση της έρευνας και καινοτομίας, στην προώθηση της τεχνολογικής επίδειξης, αλλά και τις ανάπτυξης για ανερχόμενες ΜΜΕ, όπως επίσης και στην ανάπτυξη δεσμών και συνεργειών μεταξύ επιχειρήσεων και του ερευνητικού φορέα της ανώτατης εκπαίδευσης στο πεδίο της αντιμετώπισης πραγματικών προκλήσεων προς όφελος του κοινωνικού συνόλου. Σε γενικές γραμμές, τα αναμενόμενα αποτελέσματα του έργου μπορούν να κατηγοριοποιηθούν στα εξής:

- Τεχνολογικές μελέτες / μελέτες σχεδίασης και ανάπτυξης
- Καινοτόμες μέθοδοι σχεδίασης συστημάτων και αλγόριθμοι βελτιστοποίησης
- Εφαρμογές λογισμικού
- Πρωτότυπα υλικού/λογισμικού, όπως κεραιοσυστήματα, συστήματα συγκομιδής ΗΜ ακτινοβολίας από το περιβάλλον, συσκευές και πύλες IoT
- Πρωτότυπες πλατφόρμες πειραματικών δοκιμών
- Μελέτες σκοπιμότητας/αξιοποίησης αποτελεσμάτων

**Τα κυριότερα αναμενόμενα αποτελέσματα του έργου εξειδικεύονται στα ακόλουθα σημεία:**

1. Μελέτη και απόκτηση τεχνογνωσίας σύγχρονων τεχνολογιών επικοινωνιών IoT, ως θεμελιωδών πυλώνων για την ανάπτυξη και υποστήριξη εφαρμογών σε κάθετες αγορές (έξυπνες πόλεις, διαχείριση στόλου οχημάτων, διασυνδεδεμένα αυτοκινούμενα οχήματα, γεωργία/κτηνοτροφία, διαχείριση υδάτινων πόρων, επισκόπηση επιπέδων μόλυνσης περιβάλλοντος, περιβαλλοντικές μετρήσεις, κατανάλωση ενέργειας κ.λπ.).

2. Σχεδίαση και υλοποίηση καινοτόμων τεχνικών σε έξυπνους ασύρματους αισθητήρες, με έμφαση στην ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας, και σκοπό την αξιοποίηση μηχανισμών ασύρματης συγκομιδής ενέργειας από το περιβάλλον, μέσω της σχεδίασης και πειραματικής ανάπτυξης πρωτοτύπων συστημάτων που λειτουργούν σε πολλαπλές ζώνες συχνότητας.

3. Ανάπτυξη και εφαρμογή τεχνικών σχεδίασης και διαστασιολόγησης δικτύων IoT μεγάλης κλίμακας με τη χρήση αλγορίθμων βελτιστοποίησης που στηρίζονται σε τεχνικές αυτό-οργάνωσης (SON).

4. Ανάπτυξη και υλοποίηση πειραματικού δικτύου IoT μικρής κλίμακας, το οποίο υποστηρίζει διαφορετικές τεχνολογίες, καθώς και συστήματα έξυπνων αισθητήρων, αξιοποιώντας τα αποτελέσματα της έρευνας και καινοτομίας του παρόντος έργου.

5. Ανάπτυξη ενός πρωτότυπου κόμβου συλλογής, επεξεργασίας, και προώθησης δεδομένων από έξυπνους αισθητήρες, συμβατού με διαφορετικές τεχνολογίες επικοινωνιών (IoT και 4G/Wi-Fi).

6. Υλοποίηση υποδομής back-end ως προς το υλικό και το λογισμικό, καθώς και εφαρμογών τελικού χρήστη σε πολλαπλές πλατφόρμες για τη διαχείριση της κατανάλωσης των υδάτινων πόρων στο πεδίο.

# Ερευνητικά Αποτελέσματα

7. Ανάπτυξη και υλοποίηση εφαρμογής IoT για τη διαχείριση των υδάτινων πόρων - Πειραματική επαλήθευση της εφαρμογής σε δύο διαφορετικά πεδία καλλιέργειας.

8. Διάχυση των αποτελεσμάτων του έργου μέσα από: α) τη διοχέτευση των ερευνητικών ευρημάτων (μεθοδολογίες, αναλυτικές μέθοδοι, αλγόριθμοι, πρωτότυπες πειραματικές συσκευές) στη διεθνή επιστημονική κοινότητα, μέσω της συνεισφοράς επιστημονικών δημοσιεύσεων σε συνέδρια/περιοδικά με κριτές, β) τη συμμετοχή των εμπλεκόμενων ΜΜΕ σε εθνικές/διεθνείς εκθέσεις για την ενημέρωση σχετικά με τα αποτελέσματα του έργου και γ) τη παρουσίαση των αποτελεσμάτων στον ιστότοπο του έργου.

**Συμπερασματικά, ως σημαντικότερο αναμενόμενο αποτέλεσμα του έργου θεωρείται η αξιοποίηση των τεχνολογιών IoT για την αντιμετώπιση ενός σημαντικού σε παγκόσμια κλίμακα προβλήματος με επιπτώσεις στους τομείς του περιβάλλοντος, αλλά και της οικονομίας και της κοινωνίας.** Μέσα από την υλοποίηση του παρόντος ερευνητικού έργου, αναπτύχθηκε ένα αποτελεσματικό πλαίσιο υποστήριξης της ορθολογιστικής χρήσης υδάτινων πόρων στην αγροτική παραγωγή, το οποίο εμπεριέχει, τόσο μια σειρά από καινοτόμα τεχνολογικά χαρακτηριστικά, όσο και πολυεπίπεδα επιχειρησιακά πλεονεκτήματα, επιτρέποντας με αυτόν τον τρόπο την εξάπλωση αυτού του πλαισίου σε μια εμπορική λύση μεγάλης κλίμακας, η οποία διαθέτει:

- ταχύτητα προσαρμογής στις εξωγενείς συνθήκες
- αξιοπιστία
- χαμηλό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας
- τεχνολογική ουδετερότητα και ευκολία στη χρήση
- χαμηλή όχληση / υψηλό βαθμό αυτοματοποίησης λειτουργιών.

# Παραδείγματα εφαρμογών

*Ειδικότερα, ένας από τους αντικειμενικούς στόχους του έργου ήταν η επιτάχυνση της διείσδυσης των τεχνολογιών χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης και ταυτόχρονα ευρείας γεωγραφικής κάλυψης, μέσω μίας σειράς δράσεων έρευνας και καινοτομίας που αναπτύχθηκαν.*

Η μεθοδολογία υλοποίησης του έργου περιλάμβανε τους ακόλουθους κεντρικούς άξονες εργασιών, οι οποίοι εφαρμόστηκαν μέσω της συνδυασμένης γνώσης και της συντονισμένης συνεισφοράς των μελών του εταιρικού σχήματος:

- 1ος Άξονας: Σχεδίαση, ανάπτυξη, και αξιοποίηση υποδομής πρόσβασης κατάλληλης για εφαρμογές IoT.
- 2ος Άξονας: Υλοποίηση καινοτόμων κόμβων συλλογής, επεξεργασίας, και προώθησης δεδομένων από αισθητήρες, συμβατούς με νέες τεχνολογίες IoT.
- 3ος Άξονας: Ανάπτυξη πειραματικής υποδομής για διενέργεια δοκιμών σε απόλυτα ελεγχόμενες, αλλά ταυτόχρονα ρεαλιστικές συνθήκες.
- 4ος Άξονας: Ανάπτυξη λογισμικού για την υποστήριξη του οικοσυστήματος IoT στο σύνολό του.
- 5ος Άξονας: Πιλοτική επίδειξη του πλαισίου υποστήριξης της ορθολογιστικής χρήσης υδάτινων πόρων στην αγροτική παραγωγή.

# Παραδείγματα εφαρμογών

Λαμβάνοντας υπόψη τους παραπάνω κεντρικούς άξονες εργασιών κατά την υλοποίηση του παρόντος έργου, μερικά πιθανά παραδείγματα εφαρμογής των ερευνητικών αποτελεσμάτων θα μπορούσαν να αποτελέσουν τα εξής:

1. Εφαρμογή της υποδομής πρόσβασης σε υπάρχοντα δίκτυα IoT για τη συλλογή περιβαλλοντικών δεδομένων, κυρίως σε αστικές, αλλά και σε αγροτικές περιοχές.

2. Ανάπτυξη δικτύων IoT σε αστικά περιβάλλοντα, κάνοντας ευρεία χρήση τον κόμβο συλλογής δεδομένων που αναπτύχθηκε στο έργο. Τα δίκτυα αυτά πρόκειται να αναπτυχθούν μελλοντικά για τη μετατροπή των παραδοσιακών αστικών περιβαλλόντων σε έξυπνα, μέσω των τεχνολογιών IoT.

3. Εφαρμογή της τεχνογνωσίας ασύρματης μεταφοράς και συγκομιδής ενέργειας από το περιβάλλον σε κάθε είδους δίκτυα χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας, όπως είναι τα δίκτυα IoT. Τα συστήματα ασύρματης συγκομιδής ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν όπως είναι (as is) σε υπάρχοντα ή μελλοντικά δίκτυα IoT για τη διαχείριση συστημάτων έξυπνων πόλεων.

4. Προσαρμογή και εφαρμογή του πλαισίου υποστήριξης της ορθολογιστικής χρήσης υδάτινων πόρων που αναπτύχθηκε στο έργο σε άλλες ανοικτές καλλιέργειες και σε ευρεία κλίμακα.

# Σχετικές Δημοσιεύσεις

A. D. Boursianis et al., "Multiband Patch Antenna Design Using Nature-Inspired Optimization Method," in IEEE Open Journal of Antennas and Propagation, vol. 2, pp. 151-162, 2021, doi: 10.1109/OJAP.2020.3048495. (<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9311660>).

A. D. Boursianis, M. S. Papadopoulou, P. Diamantoulakis, A. Liopa-Tsakalidi, P. Barouchas, G. Salahas, G. Karagiannidis, S. Wan, S. K. Goudos, "Internet of Things (IoT) and Agricultural Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in smart farming: A comprehensive review," in Internet of Things, 2020, 100187, doi: 10.1016/j.iot.2020.100187. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542660520300238>).

A. Karampatea, K. Siakavara, "Synthesis of Rectenna for Powering Micro-Watt Sensors by Harvesting Ambient RF Signals' Power," Electronics 2019, 8, 1108. Doi: 10.3390/electronics8101108. (<https://www.mdpi.com/2079-9292/8/10/1108>).

A. Karampatea, K. Siakavara, "Hybrid rectennas of printed dipole type on Double Negative Dielectric Media for powering sensors via RF ambient energy harvesting," in AEU - International Journal of Electronics and Communications, vol. 108, pp. 242-250, 2019, doi: 10.1016/j.aeue.2019.06.023. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1434841119300573>).

S. K. Goudos, T. V. Yioultsis, A. D. Boursianis, K. E. Psannis and K. Siakavara, "Application of New Hybrid Jaya Grey Wolf Optimizer to Antenna Design for 5G Communications Systems," in IEEE Access, vol. 7, pp. 71061-71071, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2919116. (<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8723127>).

A. D. Boursianis, S. K. Goudos, T. V. Yioultsis and K. Siakavara, "Low-Cost Dual-Band E-shaped Patch Antenna for Energy Harvesting Applications Using Grey Wolf Optimizer," 2019 13th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP), Krakow, Poland, 2019, pp. 1-5. (<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8739560>).

A. D. Boursianis et al., "Advancing Rational Exploitation of Water Irrigation Using 5G-IoT Capabilities: The AREThOU5A Project," 2019 29th International Symposium on Power and Timing Modeling, Optimization and Simulation (PATMOS), Rhodes, Greece, 2019, pp. 127-132, doi: 10.1109/PATMOS.2019.8862146. (<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8862146>).

# Σχετικές Δημοσιεύσεις

A. D. Boursianis, S. K. Goudos, T. V. Yioultsis, K. Siakavara and P. Rocca, "MIMO Antenna Design for 5G Communication Systems Using Salp Swarm Algorithm," 2020 International Workshop on Antenna Technology (iWAT), Bucharest, Romania, 2020, pp. 1-3, doi: 10.1109/iWAT48004.2020.1570618331.

(<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9083886>).

A. D. Boursianis, S. Koulouridis, P. Rocca and S. K. Goudos, "Modified Patch Antenna Design Using Moth Search Algorithm for RF Energy Harvesting Applications," 2020 International Workshop on Antenna Technology (iWAT), Bucharest, Romania, 2020, pp. 1-3, doi: 10.1109/iWAT48004.2020.1570609565.

(<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9083891>).

A. Karampatea, A. D. Boursianis, S. K. Goudos and K. Siakavara, "Triple-band Inverted-F Antenna Using QR-OBL TLBO Algorithm for RF Energy Harvesting Applications," 2020 9th International Conference on Modern Circuits and Systems Technologies (MOCAST), Bremen, Germany, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/MOCAST49295.2020.9200251.

(<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9200251>).

M. S. Papadopoulou et al., "Dual-Band RF-to-DC Rectifier with High Efficiency for RF Energy Harvesting Applications," 2020 9th International Conference on Modern Circuits and Systems Technologies (MOCAST), Bremen, Germany, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/MOCAST49295.2020.9200262.

(<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9200262>).

P. Doanis, A. D. Boursianis, J. Huillery, A. Bréard, Y. Duroc and S. K. Goudos, "Waveform Design for Optimal Wireless Power Transfer Using Evolutionary Algorithms," 2020 9th International Conference on Modern Circuits and Systems Technologies (MOCAST), Bremen, Germany, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/MOCAST49295.2020.9200277.

(<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9200277>).

I. D. Bougas, M. S. Papadopoulou, K. Psannis, P. Sarigiannidis and S. K. Goudos, "State-of-the-Art Technologies in RF Energy Harvesting Circuits – A Review," 2020 3rd World Symposium on Communication Engineering (WSCE), Thessaloniki, 2020, pp. 18-22, doi: 10.1109/WSCE51339.2020.9275507.

(<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9275507>).

M. S. Papadopoulou, A. D. Boursianis, S. K. Goudos and K. Psannis, "Dual-Band Rectifier Design for Ambient RF Energy Harvesting," 2020 3rd World Symposium on Communication Engineering (WSCE), Thessaloniki, 2020, pp. 7-11, doi: 10.1109/WSCE51339.2020.9275569.

(<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9275569>).



# Σχετικές Δημοσιεύσεις

A. D. Boursianis et al., "Smart Irrigation System for Precision Agriculture - The AREThOU5A IoT Platform," in IEEE Sensors Journal, doi: 10.1109/JSEN.2020.3033526. (<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9239397>).

# Αξιοποίηση Πολιτισμικού Αποθέματος με τη Χρήση Υποβοηθούμενης Αναγνώρισης, Ανάλυσης, Επισήμανσης και Εμπλουτισμού Τεκμηρίων

Κατερίνα Τικτοπούλου  
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια  
Τμήμα Φιλολογίας  
atiktopo@lit.auth.gr



# Σύντομη Περίληψη

Το έργο στοχεύει στην ανάπτυξη ενός Software as a Service (SaaS) εργαλείου για την αυτοματοποιημένη αναγνώριση, ανάλυση, επισήμανση και εμπλουτισμό ελληνικών τεκμηρίων. Δίνεται έτσι η ευκαιρία σε οργανισμούς/βιβλιοθήκες, ερευνητικές ομάδες και ιδιώτες να εμπλουτίσουν το ήδη ψηφιοποιημένο τους υλικό με μεταδεδομένα, βελτιώνοντας τη διαλειτουργικότητα, την επαναχρησιμοποίηση και τη βέλτιστη διάθεσή του στο κοινό και στον ερευνητή. Το SaaS δέχεται σαν είσοδο ψηφιοποιημένα τεκμήρια και τα εμπλουτίζει αυτόματα, παράγοντας XML αρχεία σύμφωνα με το διεθνές πρωτόκολλο κωδικοποίησης κειμένων TEI (Text Encoding Initiative), τα οποία ενσωματώνουν δομική όσο και σημασιολογική πληροφορία. Για την ανάλυση των ψηφιοποιημένων τεκμηρίων γίνεται βελτιστοποίηση της μηχανής αναγνώρισης χαρακτήρων ενώ για τον σημασιολογικό εμπλουτισμό των τεκμηρίων χρησιμοποιούνται μοντέλα μηχανικής μάθησης που αναγνωρίζουν οντότητες, σχέσεις μεταξύ οντοτήτων και κατηγορίες τεκμηρίων με βάση μία προκαθορισμένη ταξινόμια.

## Πλαίσιο Χρηματοδότησης:

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

## Λέξεις Κλειδιά:

κωδικοποίηση, εξαγωγή γνώσης, επεξεργασία φυσικής γλώσσας (ΕΦΓ), διαδικτυακή πλατφόρμα ανάλυσης, επισήμανσης και εμπλουτισμού τεκμηρίων - text encoding, text mining, natural language processing (NLP), software as a service (SaaS)



## Διάρκεια Έργου:

28/06/2018 - 27/11/2021

## Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:

### ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΚΑΙ ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ / ΑΠΘ

**Ιωάννης Τζιφόπουλος**, Καθηγητής, Τμ. Φιλολογίας ΑΠΘ

**Αικατερίνη Νάστα**, Βιβλιοθηκονόμος, Κεντρική Βιβλιοθήκη ΑΠΘ

**Σοφία Ζαπουνίδου**, Αρχιονόμος Βιβλιοθηκονόμος, Κεντρική Βιβλιοθήκη ΑΠΘ

**Ελευθερία Κοσέογλου**, Βιβλιοθηκονόμος, Κεντρική Βιβλιοθήκη ΑΠΘ

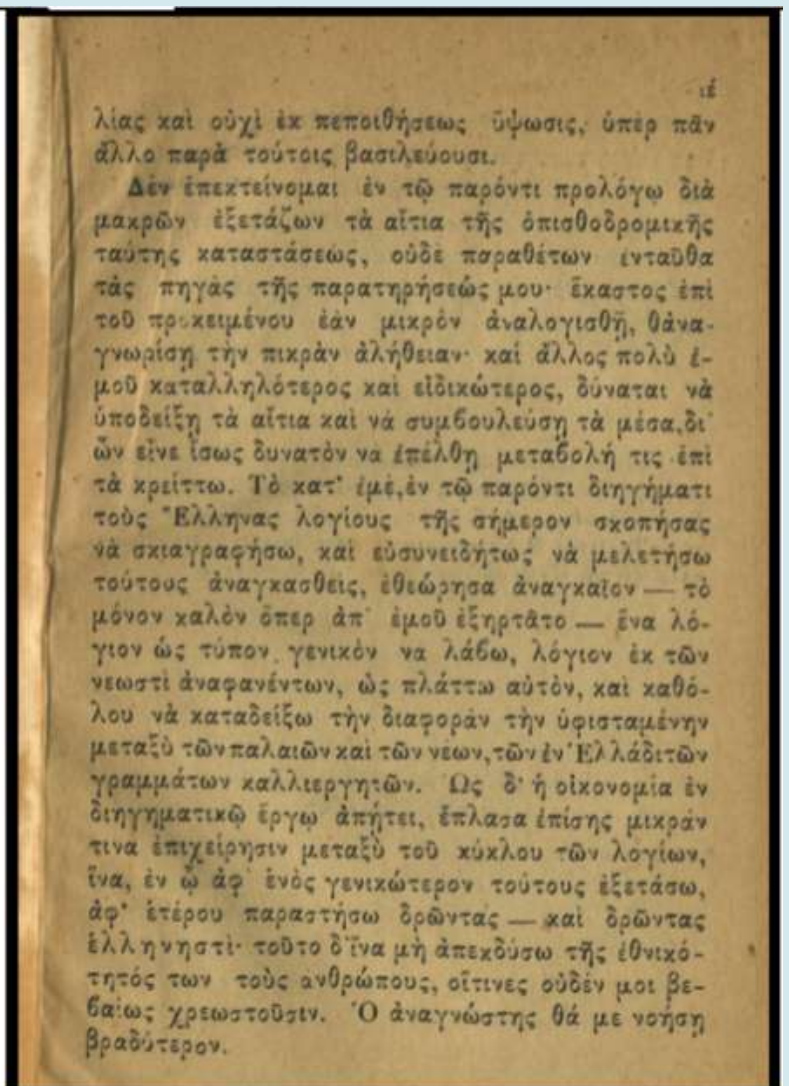
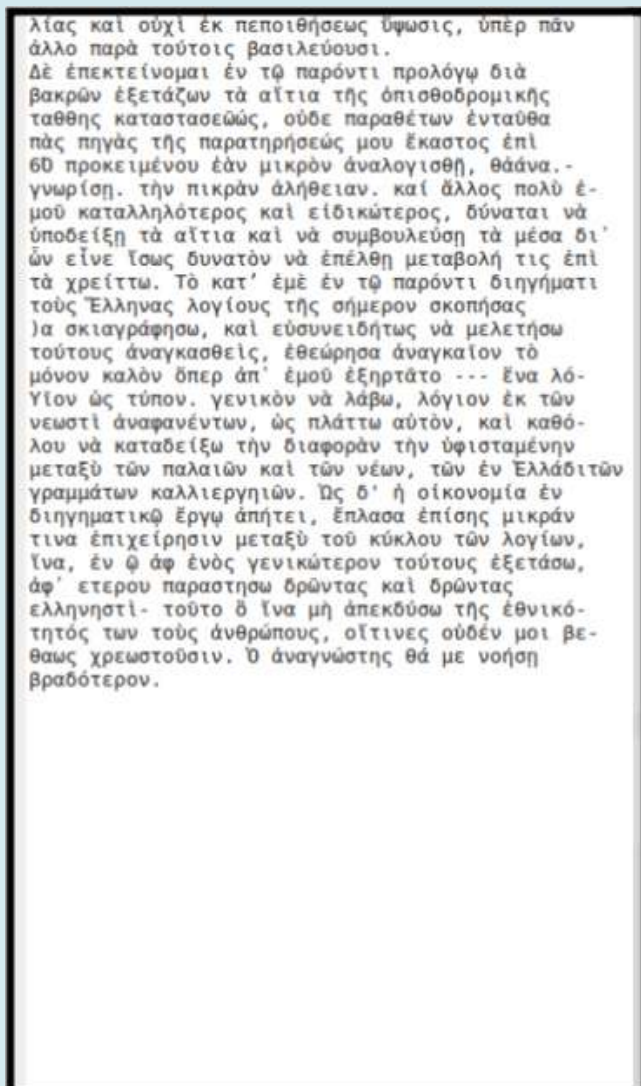
**Σταμάτης Τζελέπης**, Ερευνητής, Ε.ΔΙ.Π Τμήμα Χημικών Μηχανικών ΑΠΘ

## ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ / ΑΠΘ

**Γρηγόριος Τσουμάκας**, Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμ. Πληροφορικής ΑΠΘ  
**Ειρήνη Παπαγιαννοπούλου**, Διδάκτορας, Τμ. Πληροφορικής ΑΠΘ  
**Δέσποινα Χρήστου**, Υποψήφια Διδάκτορας, Τμ. Πληροφορικής ΑΠΘ  
**Δημήτρης Δημητριάδης**, Υποψήφιος Διδάκτορας, Τμ. Πληροφορικής ΑΠΘ

## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΡΦΙΝΤΕ / ΤΜΗΜΑ ΦΙΛΟΛΟΓΙΑΣ / ΑΠΘ

**Κατερίνα Τικτοπούλου**, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Τμ. Φιλολογίας ΑΠΘ  
**Φωτεινή Κοϊδάκη**, Υποψήφια Διδάκτορας, Τμ. Φιλολογίας ΑΠΘ  
**Μαρία Γεωργούλα**, Υποψήφια Διδάκτορας, Τμ. Φιλολογίας ΑΠΘ  
**Μαρκία Λιάπη**, Υποψήφια Διδάκτορας, Τμ. Φιλολογίας ΑΠΘ  
**Βαλάντω Λάνδρου**, Μεταπτυχιακή φοιτήτρια, Τμ. Φιλολογίας ΑΠΘ  
**Θάλεια Μήλιου**, Μεταπτυχιακή φοιτήτρια, Τμ. Φιλολογίας ΑΠΘ  
**Μαριάννα Συλίβριλη**, Μεταπτυχιακή φοιτήτρια, Maynooth University, Ireland

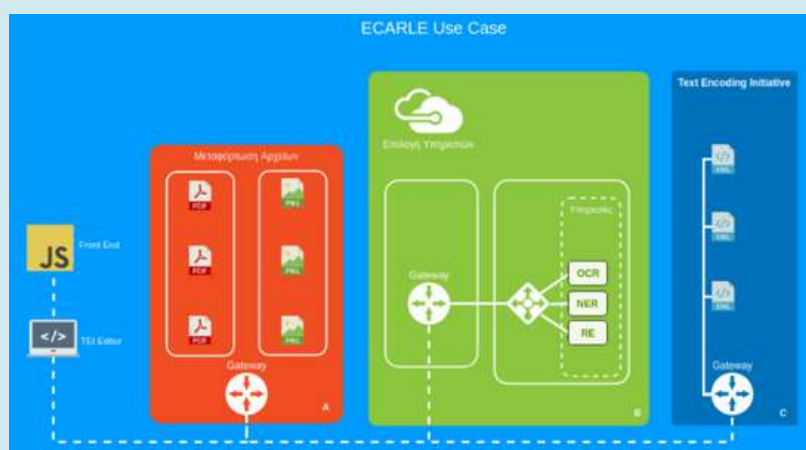


# Ερευνητικά Αποτελέσματα

Το έργο ECARLE υλοποίησε μια καινοτόμο πληροφοριακή εφαρμογή αυτοματοποιημένης αναγνώρισης, ανάλυσης, επισήμανσης και εμπλουτισμού τεκμηρίων που δίνει την ευκαιρία σε οργανισμούς/βιβλιοθήκες, επιστημονικές ομάδες και ιδιώτες (φοιτητές, εκδοτικούς οίκους) να εμπλουτίσουν με επιπλέον μεταδεδομένα το ήδη ψηφιοποιημένο τους υλικό. Η εφαρμογή είναι ένα Software as a Service (SaaS) εργαλείο που δέχεται σαν είσοδο ψηφιοποιημένα τεκμήρια και τα εμπλουτίζει αυτόματα παράγοντας XML αρχεία σύμφωνα με το διεθνές πρωτόκολλο κωδικοποίησης κειμένων TEI.

Αρχικά, προσδιορίστηκαν οι απαιτήσεις των πιθανών χρηστών και με βάση αυτές καθορίστηκαν οι λειτουργίες και οι προδιαγραφές των συστημάτων της υπηρεσίας. Έπειτα, για την εκπαίδευση των συστημάτων, συγκροτήθηκε ένα πιλοτικό σώμα κωδικοποιημένων κειμένων.

Στην πρώτη φάση της συγκρότησης του πιλοτικού κωδικοποιημένου σώματος κειμένων, καταρτίστηκε ο αρχικός κατάλογος κειμένων νεοελληνικής γραμματείας, ο οποίος εξειδικεύτηκε, ώστε να προσφέρει τα κατάλληλα δεδομένα εκπαίδευσης και επαλήθευσης για την ανάπτυξη και αξιολόγηση των υπηρεσιών του συστήματος. Σε δεύτερη φάση, τα κείμενα του καταλόγου ψηφιοποιήθηκαν, διορθώθηκαν και κωδικοποιήθηκαν από εξειδικευμένους ερευνητές-φιλόλογους προκειμένου να χρησιμεύσουν ως δεδομένα εκπαίδευσης και επαλήθευσης για την ανάπτυξη της υπηρεσίας ψηφιοποίησης (OCR) και των υπηρεσιών αναγνώρισης δομής (Structural Tagging), αναγνώρισης οντοτήτων (NER) και εξαγωγής σχέσεων μεταξύ οντοτήτων (RE). Για την κωδικοποίηση των κειμένων επιλέχθηκε το διεθνές πρωτόκολλο κωδικοποίησης κειμένων TEI (Text Encoding Initiative) το οποίο είναι και το δημοφιλέστερο στο χώρο των ψηφιακών κειμενικών σπουδών διεθνώς. Από το πρωτόκολλο αυτό προκρίθηκαν οι ετικέτες κωδικοποίησης οι οποίες θα είναι αρκετές για την κωδικοποίηση όλων των στοιχείων της δομής, του περιεχομένου και των οντοτήτων που μπορούν να ανακαλυφθούν αυτόματα και ενδιαφέρουν τους πιθανούς χρήστες της υπηρεσίας. Η ψηφιοποίηση των κειμένων έγινε παράλληλα με την εκπαίδευση του συστήματος οπτικής αναγνώρισης χαρακτήρων (OCR), ενώ στη συνέχεια η κωδικοποίηση πραγματοποιήθηκε από την ομάδα των εξειδικευμένων ερευνητών-φιλόλογων. Στο πλαίσιο της κωδικοποίησης η αρμόδια ομάδα επιχείρησε τη λεγόμενη XML stand-off τεχνική επισημείωσης με την οποία αντιμετώπισε το πρόβλημα της XML για την επισημείωση αλληλοεπικαλυπτόμενων οντοτήτων. Με τον τρόπο αυτόν δημιουργήθηκαν δίκτυα οντοτήτων από τα οποία μπορούν να καταρτιστούν κατάλογοι των οντοτήτων και των σχέσεων που κωδικοποιούνται σε ένα ή περισσότερα τεκμήρια.



# Ερευνητικά Αποτελέσματα

Για την οπτική αναγνώριση χαρακτήρων (OCR) και βασικών δομικών στοιχείων (Structural Tagging) στα νεοελληνικά τεκμήρια, η έρευνα εστίασε στην ενίσχυση του ανοιχτού κώδικα λογισμικού Tesseract. Συγκεκριμένα, για την αναγνώριση των χαρακτήρων εξετάστηκαν τα πρώτα δείγματα της υπηρεσίας και εντοπίστηκαν οι αδυναμίες σε επίπεδο αναγνώρισης χαρακτήρων, συμβόλων, σημείων στίξης και γραμμών. Με βάση τις παρατηρήσεις αυτές έγινε εστιασμένη βελτίωση του συστήματος, όπου μέσα από την επανεκπαίδευση των μοντέλων στη κυρίαρχη γραμματοσειρά του καταλόγου (GFS Didot Classic) και σε ζεύγη εικόνας-κειμένου επιτυγχάνεται τελικά αναγνώριση χαρακτήρων και γραμμών με ακρίβεια 93%. Για την αναγνώριση της δομής, πραγματοποιήθηκε δομική παρακολούθηση του σώματος κειμένων κατά την οποία διαπιστώθηκαν τα βασικότερα κοινά δομικά στοιχεία (σελίδα τίτλου, κεφάλαια, παράγραφοι κ.λπ.) και περιγράφηκαν τα τυπογραφικά και γραφιστικά χαρακτηριστικά τους, με βάση τα οποία αναπτύχθηκε ο αλγόριθμος αναγνώρισης δομικών στοιχείων.

Εν συνεχεία, αναπτύχθηκαν τρία υποσυστήματα για τον αυτόματο σημασιολογικό εμπλουτισμό των κειμένων, ο οποίος αφορά την εξαγωγή οντοτήτων, την αναγνώριση των σχέσεων μεταξύ των οντοτήτων και τη δεικτοδότηση των κειμένων. Αξίζει να σημειωθεί ότι η εστίαση της έρευνας σε ψηφιοποιημένα ελληνικά λογοτεχνικά τεκμήρια του 19ου αιώνα αποτελεί ιδιαίτερη πρόκληση για την ανάπτυξη των αντίστοιχων συστημάτων. Και αυτό επειδή τα λογοτεχνικά κείμενα δίνουν μεγαλύτερη έμφαση στην αφήγηση ενώ συγχρόνως εμπεριέχουν άλλες κειμενικές δομές, ο δημιουργικός λόγος διαφέρει από συγγραφέα σε συγγραφέα και οι ψηφιοποιημένες εκδόσεις μπορεί να υποφέρουν από ορθογραφικά λάθη σε επίπεδο χαρακτήρων ή λέξεων.

Το πρώτο υποσύστημα αναγνωρίζει ονοματικές οντότητες (NER) και συγκεκριμένα ανθρωπωνύμια, τοπωνύμια, οργανισμούς, ημερομηνίες και τίτλους έργων στα ψηφιοποιημένα τεκμήρια. Πειραματικές δοκιμές με διάφορα μοντέλα μηχανικής μάθησης οδήγησαν στη χρήση του μοντέλου NER της βιβλιοθήκης spaCy που βασίζεται σε μοντέλα συνελκτικών δικτύων (CNNs). Με την εκπαίδευση και προσαρμογή του στα επισημασμένα δεδομένα του έργου κατορθώσαμε να εξαγάγουμε τις οντότητες με ακρίβεια (F-Score) 95.2, 20.0, 89.5, 76.9 και 94.6 αντίστοιχα. Οι αναγνωρισμένες οντότητες αποτυπώνονται στο TEI σε ειδικές ετικέτες (tags).

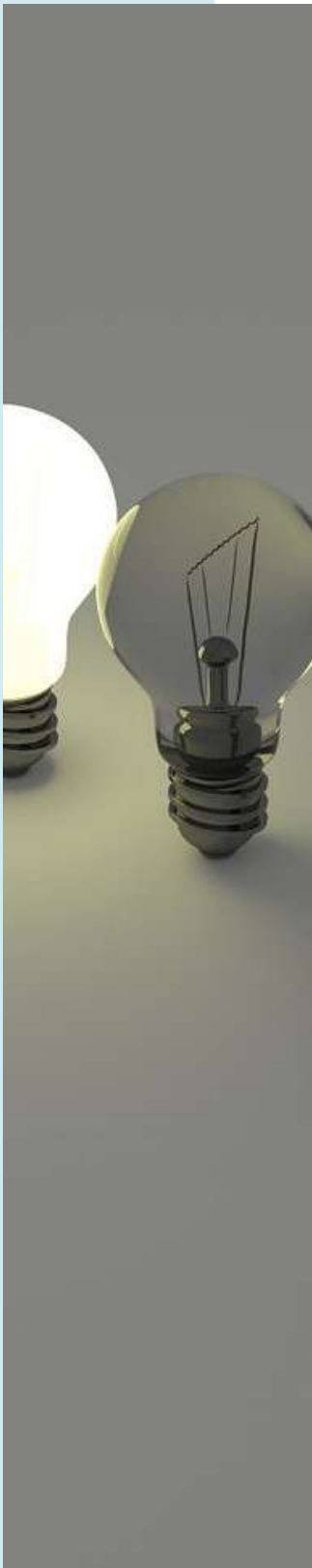
```
171 <title>Αίσχινου</title>
172 </title>
173 <title>δὲ κατὰτάξιν. Ἀλλὰ καὶ τῶν Ἀντισθένου τὸν τε Μικρὸν Κύρον
174 καὶ τὸν Ἡρακλέα τὸν
175 <title xml:id="t_5">
176 Ἐλάττω
177 </title>
178 καὶ Ἀλκιβιάδην, καὶ τοὺς τῶν ἄλλωνδὲ (Σικρατικῶν θηρλ.) ἐσκευῶνται», Ἐκ δὲ δὴ τούτων ἀσαφ-
179 λέστατ' ἂν τις τεκμηρίαιτ' ὅτι ὡσπερ Πασίφῶν ὁ Ἐρετρικὸς καὶ
180 ἄλλοι οὐκ ὀλίγοι ἐν τότε τῶν τε Σικρατικῶν λόγους σκευερει-
181 σθατ' ἐπεχείρησαν καὶ μάλιστα Πλάτωνος καὶ τῶν ἄλλων δοκιμῶν
182 Ἀττικῶν Κοινογράφων· ἐπεὶ γε δὴ θεόπομος κατ' Ἀθῆναιον (598
183 γι δὴ) πολλὰ τῶν Πλάτωνος ἀλλότρια εἶναι φησιν Ἀριστοτέλου
184 ὄντα ἢ Ἀντισθένου ἢ
185 <persName xml:id="pers_4">
186 Ἐρύαντος
187 </persName>
188 τοῦ Ἡρακλεώτου. Πάντες μὲν ὄησι περὶ Πλάτωνα πραγματευόμενοι ἄνδρες φιλό-
189 λογοι καὶ δὴ καὶ
190 ἄλλοι ἴσασι ὄησι ὅτι οὐδεὶς τῶν ἀρχαίων πλὴν Πρόκλου (1)
191 <title xml:id="t_6">
192 Πλάτωνος Ἰόνους
193 </title>
194 ἰσπερτι- σεν. Τί οὐκ ἔστιν ὡς Πάρος παῖδας· ἄλλο δὲ τινάτερος πηρὶ Ἀριστοτέλου
```

# Παραδείγματα εφαρμογών

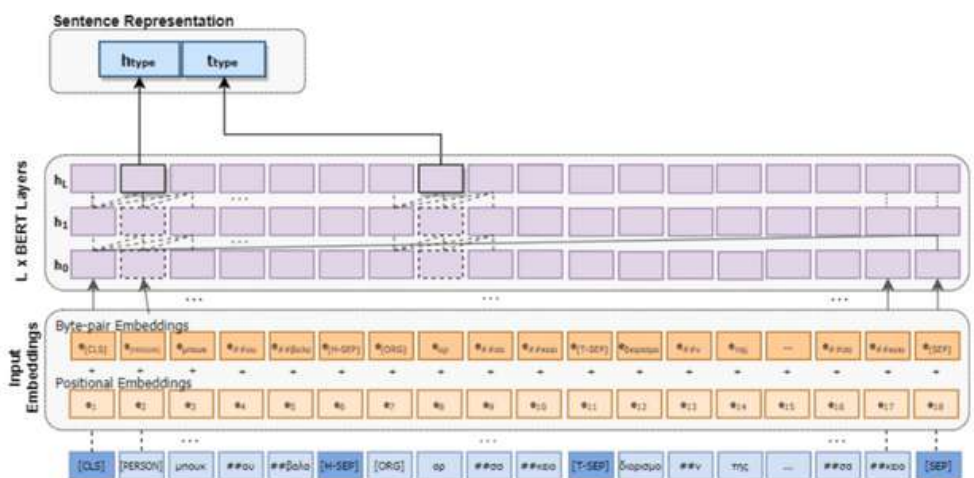
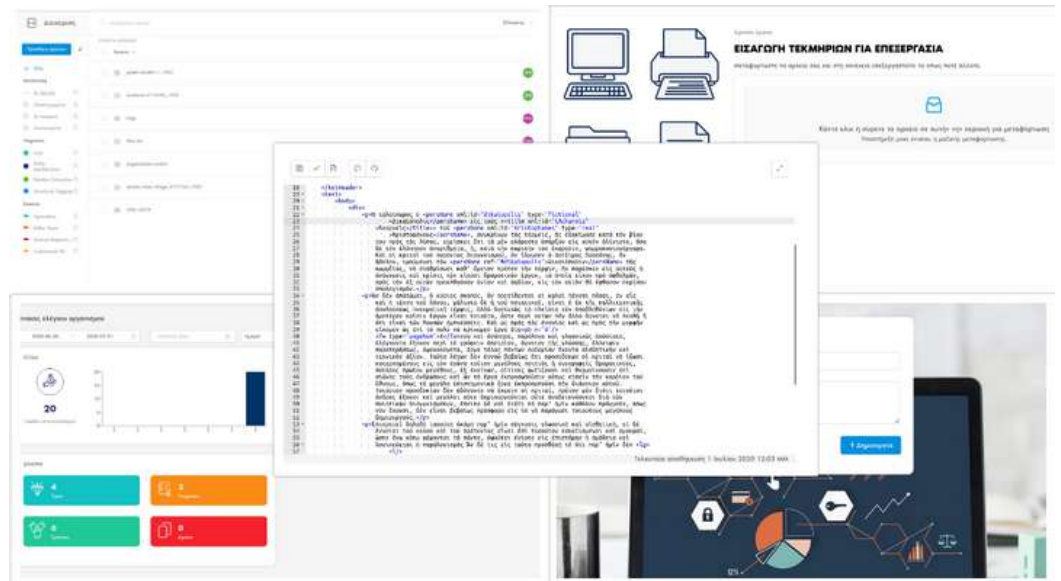
“Αξίζει να σημειωθεί ότι η εστίαση της έρευνας σε ψηφιοποιημένα ελληνικά λογοτεχνικά τεκμήρια του 19ου αιώνα αποτελεί ιδιαίτερη πρόκληση για την ανάπτυξη των αντίστοιχων συστημάτων.”

Το ολοκληρωμένο Software as a Service (SaaS) εργαλείο απευθύνεται σε ιδιώτες (φοιτητές, εκδοτικούς οίκους κ.ά.), σε ερευνητικές ομάδες και σε οργανισμούς και βιβλιοθήκες που δραστηριοποιούνται στους διάφορους τομείς του πολιτισμού δίνοντας τους την δυνατότητα να παρουσιάσουν στο ευρύ κοινό τα συχνά ιδιαίτερης αξίας κειμενικά τεκμήρια που διαθέτουν σε σκαναρισμένη ψηφιακή μορφή, μετατρέποντάς τα σε άμεσα ανακτήσιμες και αξιοποιήσιμες πηγές πληροφοριών. Η επιτυχημένη ολοκλήρωση του έργου σηματοδοτεί τη λειτουργία μιας μόνιμης ψηφιακής πλατφόρμας η οποία θα προσφέρει πολύ συγκεκριμένα εργαλεία σε συγκεκριμένους φορείς τόσο στον ελληνικό όσο και τον διεθνή χώρο, καλύπτοντας την επιτακτική ανάγκη ηλεκτρονικής μεταγραφής του πολυτονικού συστήματος γραφής της ελληνικής. Η πλατφόρμα χτισμένη πάνω σε ένα πολύ αντιπροσωπευτικό use case, αυτό της ακαδημαϊκής βιβλιοθήκης του ΑΠΘ, εξασφαλίζει ότι θα περιέχει όλα τα βασικά χαρακτηριστικά που θα την κάνουν ελκυστική στους ενδιαφερόμενους ιδιώτες και οργανισμούς διασφαλίζοντας έτσι την οικονομική βιωσιμότητα του εγχειρήματος. Ταυτόχρονα η διάθεση κωδικοποιημένων σπουδαίων έργων της νεοελληνικής γραμματείας θα καταστήσει πιο εύκολα προσβάσιμη την ελληνική πολιτισμική κληρονομιά σε Έλληνες και μη.





Η ανάπτυξη ολοκληρωμένης διαδικτυακής πλατφόρμας αναγνώρισης, ανάλυσης, επισήμανσης και εμπλουτισμού τεκμηρίων αποτελεί πολύτιμο εργαλείο για τον ακαδημαϊκό χώρο, αλλά και για τους πολιτισμικούς φορείς και αρχεία, εντός και εκτός της Ελλάδας. Κατά την ανάγνωση ψηφιοποιημένων βιβλίων, ο απλός χρήστης μπορεί - χάρη στην επισήμανση οντοτήτων - να πλοηγηθεί σε επιπλέον πληροφορίες, όπως π.χ. το βιογραφικό ενός ατόμου, στοιχεία για μία γεωγραφική περιοχή ή ένα ιστορικό γεγονός. Οι βιβλιοθήκες, τα αποθετήρια, οι εκδοτικοί οίκοι και οι φορείς πολιτισμικού περιεχομένου μπορούν έτσι να αναβαθμίσουν το ψηφιοποιημένο υλικό τους.





# Σχετικές Δημοσιεύσεις

Vasileios Barzokas, Eirini Papagiannopoulou, and Grigorios Tsoumakas. 2020. Studying the Evolution of Greek Words via Word Embeddings. In proceedings of the 11th Hellenic Conference on Artificial Intelligence (SETN 2020). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 118–124. DOI:<https://doi.org/10.1145/3411408.3411425>.

Christina Tzogka, Fotini Koidaki, Stavros Doropoulos, Ioannis Papastergiou, Efthymios Agrafiotis, Katerina Tiktopoulou and Stavros Vologianidis. OCR Workflow: Facing Printed Texts of Ancient, Medieval and Modern Greek Literature. Presented in Qurator 2021 – Conference on Digital Curation Technologies.

Despina Christou and Grigorios Tsoumakas. 2021. “Improving Distantly-Supervised Relation Extraction through BERT-based Label & Instance Embeddings”. IEEE Access. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3073428>.

Dimitris Dimitriadis, Sofia Zapounidou and Grigorios Tsoumakas. “Semantic Indexing of 19th-Century Greek Literature Using 21st-Century Linguistic Resources”. Sustainability. 2021; 13(16):8878. <https://doi.org/10.3390/su13168878>.

Despina Christou and Grigorios Tsoumakas. 2021. “Extracting Semantic Relationships in Greek Literary Texts”. Sustainability 2021; 13(16): 9391. <https://doi.org/10.3390/su13169391>.

Fotini Koidaki and Katerina Tiktopoulou. “Encoding semantic relationships in literary texts: A methodological proposal for linking networked entities into semantic relations .” Presented at Balisage: The Markup Conference 2021, Washington, DC, August 2 – 6, 2021. In Proceedings of Balisage: The Markup Conference 2021. Balisage Series on Markup Technologies, vol. 26 (2021). <https://doi.org/10.4242/BalisageVol26.Koidaki01>.

Eleni Partalidou, Despina Christou, Grigorios Tsoumakas (2021) Improving Zero-Shot Entity Retrieval through Effective Dense Representations, <https://arxiv.org/abs/2103.04156>.