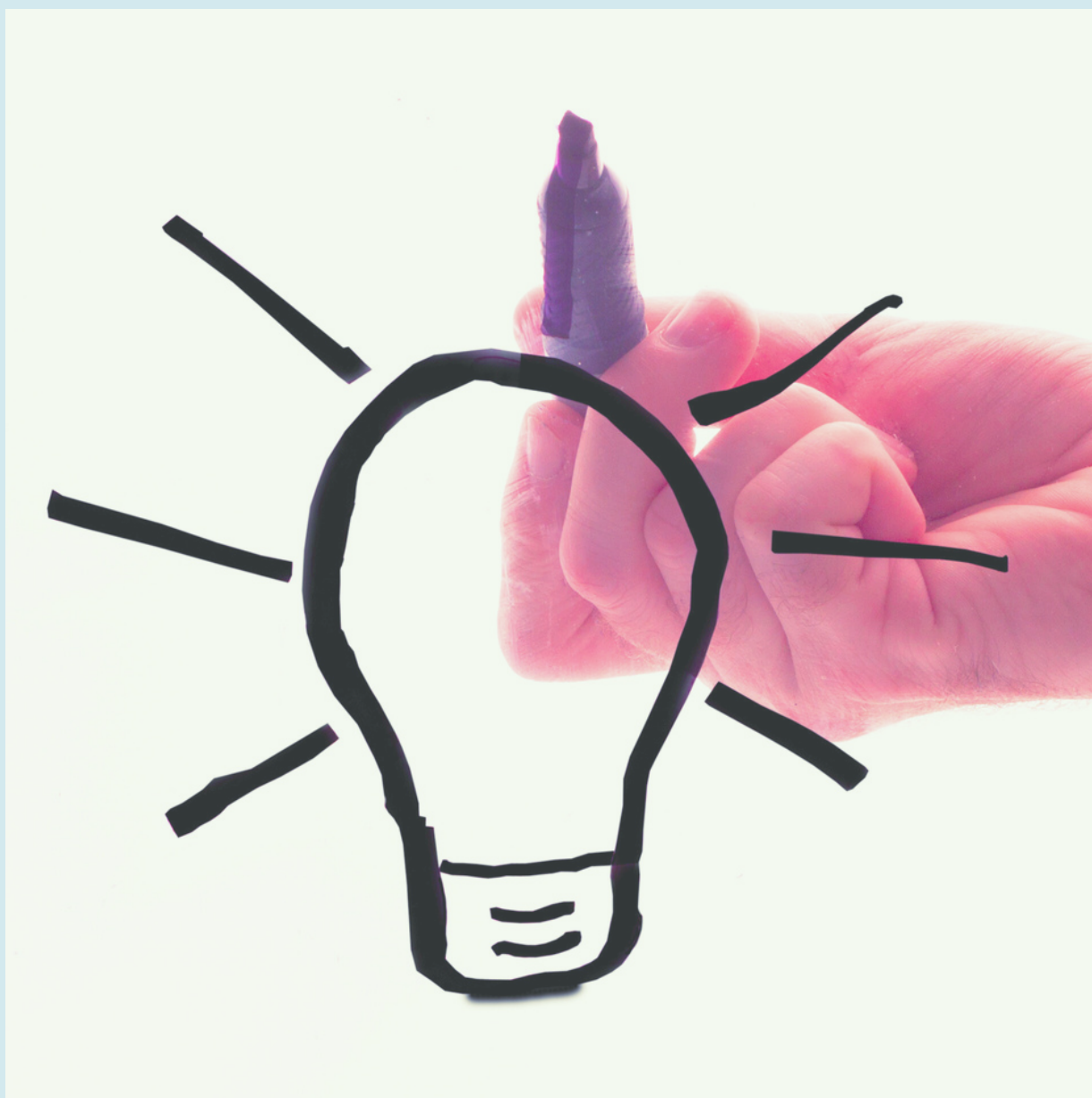


# Προβολή ερευνητικών αποτελεσμάτων Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

Τεύχος #44  
Μάρτιος 2024



# Περιεχόμενα

## HORIZON 2020

Ανοιχτή Εργαλειοθήκη Βαθιάς Μάθησης για Ρομποτική (OpenDR)

3

## ERASMUS +

Διάχυση Απόψεων: Μαθαίνοντας Μέσω Συναντήσεων για Ισότητα, Συμπερίληψη και Διαφορετικότητα

12

## LIFE+

Καινοτόμα Φωτοκαταλυτικά Χρώματα για Υγιές Περιβάλλον και Εξοικονόμηση Ενέργειας

19

## IEEE Industry Applications Society Student-Faculty Grant Program 2022

Προστασία Σταθμών Φόρτισης Ηλεκτρικών Αυτοκινήτων Έναντι Υπερτάσεων

26

## ΕΛΙΔΕΚ

Καινοτόμες Ιδέες στην Ολογραφία και τις Σύμμορφες Θεωρίες Πεδίου

32

# Ανοιχτή Εργαλειοθήκη Βαθιάς Μάθησης για Ρομποτική (OpenDR)

Αναστάσιος Τέφας  
Καθηγητής  
Τμήμα Πληροφορικής  
tefas@csd.auth.gr



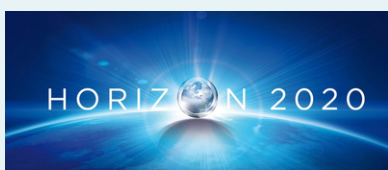
# Σύντομη Περίληψη

Η Ανοιχτή Εργαλειοθήκη Βαθιάς Μάθησης για Ρομποτική είναι ένα ερευνητικό έργο που χρηματοδοτήθηκε από το πρόγραμμα Horizon 2020 της Ευρωπαϊκής Ένωσης. **Κύριο στόχο του αποτέλεσε η ανάπτυξη μιας ανοικτού κώδικα/ελεύθερης πρόσβασης εργαλειοθήκης για εφαρμογές ρομποτικής, που επιτρέπει την αξιοποίηση εξελιγμένων μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης και πιο της συγκεκριμένα βαθιάς μάθησης, για την παροχή προηγμένων δεξιοτήτων αντίληψης.** Απώτερος στόχος ήταν η κάλυψη των γενικών απαιτήσεων των ρομποτικών εφαρμογών σε διάφορους τομείς και κυρίως στις υπηρεσίες υγείας, στη γεωργία ακριβείας και στην ευέλικτη βιομηχανική παραγωγή. Στο έργο συμμετείχαν οι παρακάτω εταίροι: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (Ελλάδα), Tampere University (Φινλανδία), Aarhus University (Δανία), Delft University of Technology (Ολλανδία), University of Freiburg (Γερμανία), CYBERBOTICS (Ελβετία), PAL Robotics (Ισπανία) και AgrolIntelli (Δανία).

Συντονιστής του έργου: Αναστάσιος Τέφας, Καθηγητής Τμήματος Πληροφορικής ΑΠΘ.

## Πλαίσιο Χρηματοδότησης:

Horizon 2020, Industrial Leadership, Information and Communication Technologies



## Λέξεις Κλειδιά:

ρομποτική, βαθιά μάθηση, εργαλειοθήκη ανοικτού κώδικα, τεχνητή νοημοσύνη, robotics, deep learning, open source toolkit, artificial intelligence

## Διάρκεια Έργου:

01/01/2020- 29/02/2024

## Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:

**Αναστάσιος Τέφας**, Καθηγητής Τμήματος Πληροφορικής ΑΠΘ

**Νικόλαος Νικολαΐδης**, Αναπληρωτής Καθηγητής Τμήματος Πληροφορικής ΑΠΘ

**Νικόλαος Πασσαλής**, Ερευνητής, Διδάκτωρ Πληροφορικής

**Μαρία Τζελέπη**, Ερευνήτρια, Διδάκτωρ Πληροφορικής

**Παρασκευή Νούση**, Ερευνήτρια, Διδάκτωρ Πληροφορικής

**Παύλος-Απόστολος Τοσιδης**, Ερευνητής, Υποψήφιος Διδάκτορας Πληροφορικής

**Χαράλαμπος Συμεωνίδης**, Ερευνητής, Υποψήφιος Διδάκτορας Πληροφορικής

**Ευστράτιος Κακαλέτσης**, Ερευνητής, Υποψήφιος Διδάκτορας Πληροφορικής

**Θεόδωρος Μανούσης**, Ερευνητής, Υποψήφιος Διδάκτορας Πληροφορικής

**Εμμανουήλ Κίρτας**, Ερευνητής, Υποψήφιος Διδάκτορας Πληροφορικής

**Λουκία Αβραμέλου**, Ερευνήτρια, Υποψήφια Διδάκτορας Πληροφορικής

**Δημήτριος Σπανός**, Ερευνητής, Υποψήφιος Διδάκτορας Πληροφορικής

**Κωνσταντίνος Τσαμπάζης**, Ερευνητής

**Εμμανουήλ Μπάμπης**, Ερευνητής

**Άγγελος Ναλμπάντης**, Ερευνητής

**Δημήτριος Κατσίκας**, Ερευνητής

**Βασίλειος Μουστακίδης**, Ερευνητής

**Ελένη Χαντζή**, Διοικητική και Οικονομική υποστήριξη έργου

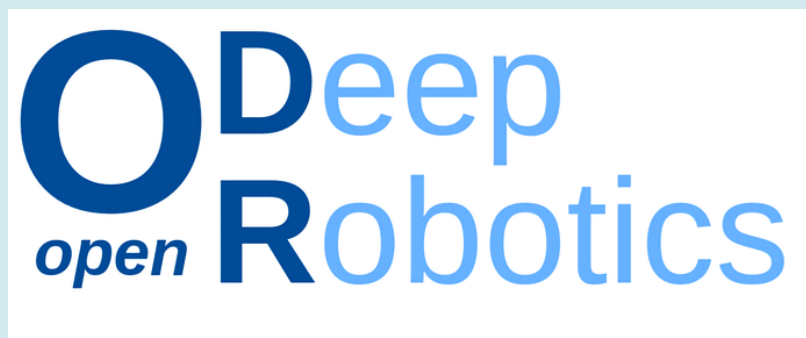
# Ερευνητικά Αποτελέσματα

**Κατά τη διάρκεια του έργου έγιναν διαθέσιμες με ελεύθερη πρόσβαση έξι εκδόσεις της Ανοιχτής Εργαλειοθήκη Βαθιάς Μάθησης για Ρομποτική - OpenDR Toolkit.**

Η πρώτη έγινε διαθέσιμη τον Δεκέμβριο του 2021 παρέχοντας περισσότερες από 20 μεθόδους που σχετίζονται με βασικές λειτουργίες ρομποτικής, μια εύχρηστη διεπαφή Python, ένα API (Application Programming Interface) σε γλώσσα προγραμματισμού C για επιλεγμένα εργαλεία, πληθώρα παραδειγμάτων χρήσης, βοηθητικά εργαλεία, καθώς και έτοιμους προς χρήση κόμβους ROS (Robot Operating System) που χρησιμοποιούνται ευρέως στην ανάπτυξη λογισμικού για ρομποτικά συστήματα.

Έκτοτε, έγιναν διαθέσιμες 4 επιπλέον εκδόσεις, διευρύνοντας τον αριθμό των παρεχόμενων μεθόδων και παρέχοντας βελτιώσεις απόδοσης. Επιπλέον, έγιναν αρκετές άλλες βελτιώσεις, συμπεριλαμβανομένης της προσθήκης επιλογών εγκατάστασης συγκεκριμένων μόνο τμημάτων, της υλοποίησης μιας καλύτερης διεπαφής ROS/ROS2 κ.λπ. Η έκτη (τελική) έκδοση παρέχει νέα εργαλεία για την αναγνώριση προσώπου, την εκτίμηση πόζας, την ανίχνευση ανθρώπου, την ανίχνευση αντικειμένου, την αναγνώριση χειρονομιών, την ανίχνευση πτώσης και κίνησης κλπ.

**Η χρηστικότητα όλων των εργαλείων είναι πλήρως τεκμηριωμένη ενώ υπάρχουν και διαθέσιμα demos.** Η εργαλειοθήκη δημιουργήθηκε για την υποστήριξη του Webots Open Source Robot Simulator, ενώ ακολουθεί εκτενώς τα σχετικά πρότυπα, όπως το πρότυπο μοντέλου ONNX και το OpenAI Gym Interface. Η εργαλειοθήκη είναι ελεύθερα προσβάσιμη μέσω GitHub (<https://github.com/opendr-eu/opendr>), της πιο δημοφιλούς πλατφόρμας ανάπτυξης και κοινής χρήσης λογισμικού στον κόσμο. **Η μέχρι τώρα αποδοχή της εργαλειοθήκης από τις επιστημονικές και ερευνητικές κοινότητες της ρομποτικής, της τεχνητής νοημοσύνης/βαθιάς μάθησης και της όρασης υπολογιστών είναι εξαιρετικά ενθαρρυντική.** Συγκεκριμένα, μέχρι στιγμής το αποθετήριο GitHub έχει λάβει περισσότερα από 590 αστέρια (stars) από τους χρήστες του, ενώ έχει γίνει λήψη (downloading) της εργαλειοθήκης ή μεμονωμένων εργαλείων της περισσότερες από 17000 φορές από την πρώτη της κυκλοφορία.



# Ερευνητικά Αποτελέσματα

Η κοινοπραξία του OpenDR παρήγαγε πολυάριθμα δημοσίως διαθέσιμα datasets, ενότητες λογισμικού παραγωγής δεδομένων και περιβάλλοντα προσομοίωσης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία δεδομένων. Για παράδειγμα, τα datasets πανοπτικής κατάτμησης “KITTI” και “NuScenes LiDAR”, το “AUTH-OpenDR Mixed Image Annotated Dataset for Human-centric Perception Tasks”, το “AUTH-AGI Humans in Fields dataset” κλπ. (δείτε όλα τα datasets εδώ: <https://github.com/opendr-eu/datasets>) Η κοινοπραξία του OpenDR εργάστηκε επίσης για την ανάπτυξη εργαλείων προσομοίωσης για την εκπαίδευση αποτελεσματικών αλγορίθμων βαθιάς μάθησης (DL). Πιο συγκεκριμένα, ο προσομοιωτής Webots επεκτάθηκε βελτιώνοντας τις δυνατότητες προσομοίωσής του, προσαρμόζοντας το περιβάλλον προσομοίωσης ώστε να είναι πλήρως συμβατό με το πλαίσιο του ROS και κατά συνέπεια με τα αντίστοιχα πραγματικά συστήματα ρομποτικής. Έγινε επίσης προετοιμασία της υποδομής για την εκτέλεση προσομοιώσεων στον Ιστό.

Εκτός από αυτά τα εξαιρετικά σημαντικά επιτεύγματα, οι εταιρείες του έργου ασχολήθηκαν με την έρευνα για εργαλεία που δίνουν στα ρομποτικά συστήματα τη δυνατότητα:

1. να αλληλεπιδρούν με ανθρώπους και περιβάλλοντα, μέσω της ανάπτυξης μεθόδων βαθιάς μάθησης για ανθρωποκεντρική και περιβαλλοντική αντίληψη και νόηση,
2. να μαθαίνουν και να κατηγοριοποιούν, αναπτύσσοντας εργαλεία βαθιάς μάθησης για εκπαίδευση και εξαγωγή συμπερασμάτων σε συνήθη προβλήματα ρομποτικής, και
3. να λαμβάνουν αποφάσεις και να αντλούν γνώσεις, μέσα από την ανάπτυξη εργαλείων βαθιάς μάθησης για δράση και λήψη αποφάσεων ρομπότ.

Αυτή η προσπάθεια οδήγησε σε πολυάριθμα αποτελέσματα αιχμής, από γρήγορα και αποτελεσματικά ελαφριά μοντέλα βαθιάς μάθησης που είναι κατάλληλα για ανάπτυξη σε ρομπότ, μέχρι αποτελέσματα που αποδεικνύουν τις δυνατότητες των μεθόδων ενεργητικής βαθιάς μάθησης. Αυτά τα αποτελέσματα τεκμηριώθηκαν σε περισσότερες από 100 επιστημονικές δημοσιεύσεις (άρθρα περιοδικών και συνεδρίων και ένα συλλογικό τόμο). Πράγματι, η κοινοπραξία πέτυχε να δημιουργήσει πληθώρα επιστημονικών εργασιών που δημοσιεύτηκαν στα σημαντικότερα περιοδικά ρομποτικής και τεχνητής νοημοσύνης, συμπεριλαμβανομένων των IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, IEEE Transactions on Artificial Intelligence, IEEE Transactions on Image processing, IEEE Robotics and Automation Letters και Neurocomputing, καθώς και συνέδρια με μεγάλη απήχηση, συμπεριλαμβανομένων των IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME), IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS) κ.λπ.

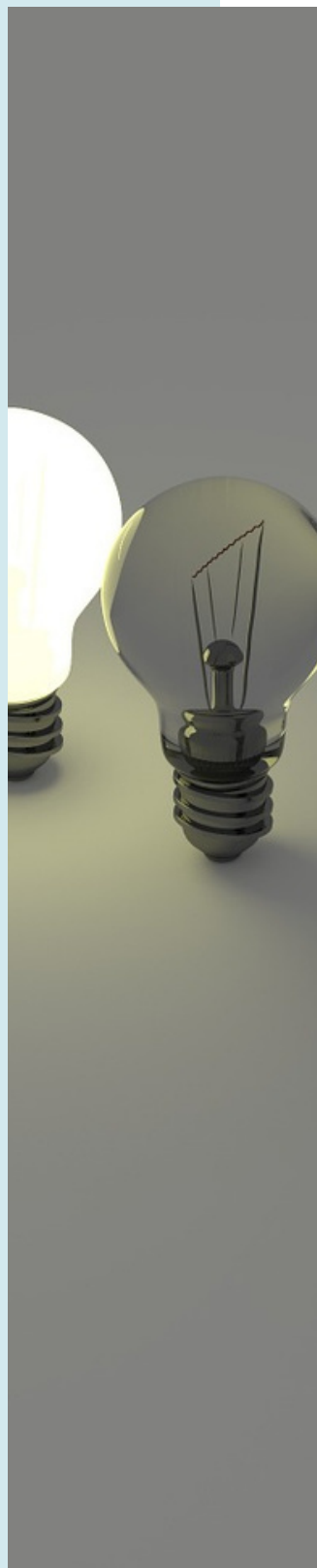
# Παραδείγματα εφαρμογών

“*Στόχος ήταν η κάλυψη των γενικών απαιτήσεων των ρομποτικών εφαρμογών σε διάφορους τομείς και κυρίως στις υπηρεσίες υγείας, στη γεωργία ακριβείας και στην ευέλικτη βιομηχανική παραγωγή.*”

Η ανοιχτού κώδικα και πρόσβασης εργαλειοθήκη αναμένεται να μειώσει σημαντικά τους τεχνικούς φραγμούς σε διάφορους τομείς εφαρμογών της ρομποτικής και της βαθιάς μάθησης, παρέχοντας εύχρηστα εργαλεία, τα οποία με τη σειρά τους μπορούν να ενισχύσουν περαιτέρω την ικανότητα καινοτομίας και να οδηγήσουν στη δημιουργία νέων ευκαιριών στην αγορά. Ως αποτέλεσμα, η κοινοπραξία αναμένει ότι το OpenDR θα έχει σημαντικό αντίκτυπο στις μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις ρομποτικής που δεν μπορούν να αφιερώσουν προσπάθεια και κεφάλαια στην ανάπτυξη μοντέλων βαθιάς μάθησης από το μηδέν. Επιπλέον, η διαθεσιμότητα μιας σειράς εργαλείων μαζί με το περιβάλλον προσομοίωσης θα επιτρέψει σε πολλές νέες ιδέες να φτάσουν στην αγορά.

Η μέχρι τώρα εφαρμογή των αποτελεσμάτων του έργου περιλαμβάνει τη χρήση των τεχνολογιών, των εργαλείων και της τεχνογνωσίας που αναπτύχθηκαν, από τους βιομηχανικούς εταίρους, στα προϊόντα τους (όπως στο γεωργικό ρομπότ “Robotti” του εταίρου Agrointelli ή στα υποστηρικτικά ρομπότ TIAgo και ARI του εταίρου PAL Robotics), ή στις υπηρεσίες τους (όπως οι νέες υπηρεσίες προσομοίωσης στον ιστό του εταίρου Cyberbotics που βασίζονται στο Webots.cloud ή οι νέες υπηρεσίες ανάπτυξης οι οποίες είναι σχετικές με το Webots).

Οι ακαδημαϊκοί εταίροι εφαρμόζουν ήδη τα αποτελέσματα του έργου κυρίως για εκπαιδευτικούς σκοπούς (εκπαιδευτικό υλικό, υποστήριξη φοιτητικών εργασιών σε μαθήματα ρομποτικής / υπολογιστικής όρασης), για νέες ακαδημαϊκές έρευνες που αξιοποιούν τα επιτεύγματα του OpenDR, καθώς και για την ενίσχυση της θέσης τους στον επιστημονικό κόσμο και την προσέλκυση χρηματοδότησης.



## What is OpenDR?

**OpenDR** "Open Deep Learning for Robotics Toolkit", is a EU 2020 Project which was launched on January 2020 and aimed to develop a modular, open and non-proprietary toolkit for core robotic functionalities by harnessing deep learning to provide advanced perception and cognition capabilities, meeting in this way the general requirements of robotics applications in the areas of healthcare, agri-food and agile production. The **OpenDR** project was coordinated by the Aristotle University of Thessaloniki, Greece and ran through December 2023 with a total budget of 6.6 Million Euros.

**OpenDR** aimed to enable real-time robotic visual perception on high-resolution data and enhance the robotic autonomy exploiting lightweight deep learning for deployment on robots and devices with limited computational resources. In addition, it aimed to propose, design, train and deploy models that go beyond static computer vision and towards active robot perception, providing deep human-centric and environment active robot perception, as well as enhanced robot navigation, action and manipulation capabilities.

**OpenDR's** expected impact is to improve the technical capabilities in robotics by providing easily deployable, efficient and novel Deep Learning tools, as well as to lower the technical barriers by providing a modular and open platform for developing Deep Learning for Robotics tools. Concerning industry, the project's expected impact is to enable a greater range of applications in agri-food, healthcare robotics and agile production, as well as to strengthen the competitiveness of companies by lowering the cost to access robotics-oriented Deep Learning tools.



# Σχετικές Δημοσιεύσεις

## Άρθρα σε Επιστημονικά Περιοδικά (Ενδεικτικά):

Probabilistic Online Self-Distillation, M. Tzelepi, N. Passalis and A. Tefas, *Neurocomputing*, 2022.

Dynamic Object Removal and Spatio-Temporal RGB-D Inpainting via Geometry-Aware Adversarial Learning, B. Besic and A. Valada, *IEEE Transactions on Intelligent Vehicles*, 2022.

Probabilistic Online Self-Distillation, M. Tzelepi, N. Passalis and A. Tefas, *Neurocomputing*, 2022.

3D Multi-Object Tracking Using Graph Neural Networks with Cross-Edge Modality Attention M. Buchner, A. Valada, *IEEE Robotics and Automation Letters*, 2022.

Perceiving the Invisible: Proposal-Free Amodal Panoptic Segmentation, R. Mohan, A. Valada, *IEEE Robotics and Automation Letters*, 2022.

Variational Neural Networks implementation in Pytorch and JAX, I. Oleksienko, D. T. Tran A. Iosifidis, *Software Impacts*, 2022.

Catch Me If You Hear Me: Audio-Visual Navigation in Complex Unmapped Environments with Moving Sounds, A. Younes, D. Honerkamp, T. Welschehold, and A. Valada, *IEEE Robotics and Automation Letters*, 2023.

Adaptively Calibrated Critic Estimates for Deep Reinforcement Learning, N. Dorka, T. Welschehold, J. Boedecker, and W. Burgard, *IEEE Robotics and Automation Letters*, 2023.

Neural Attention-Driven Non-Maximum Suppression for Person Detection, C. Symeonidis, I. Mademlis, I. Pitas and N. Nikolaidis, *IEEE Transactions on Image Processing*, 2023.

Using synthesized facial views for active face recognition, E. Kakaletsis and N. Nikolaidis, *Machine Vision and Applications*, 2023.

N2M2: Learning Navigation for Arbitrary Mobile Manipulation Motions in Unseen and Dynamic Environments, D. Honerkamp, T. Welschehold, A. Valada, *IEEE Transactions on Robotics*, 2023.

# Σχετικές Δημοσιεύσεις

Sensor-based human-robot collaboration for Industrial Tasks, A. Angleraud, A. Ekrekli, K. Samarawickrama, G. Sharma and R. Pieters, Robotics and Computer Integrated Manufacturing, 2023.

Learning Hierarchical Interactive Multi-Object Search for Mobile Manipulation, F. Schmalstieg, D. Honerkamp, T. Welschehold, A. Valada, IEEE Robotics and Automation Letters, 2023.

A Synthetic Human-Centric Dataset Generation Pipeline for Active Robotic Vision, C. Georgiadis, N. Passalis, N. Nikolaidis, Pattern Recognition Letters, 2024.

## **Δημοσιεύσεις σε Διεθνή Συνέδρια (Ενδεικτικά):**

OpenDR: An Open Toolkit for Enabling High Performance, Low Footprint Deep Learning for Robotics, N. Passalis, S. Pedrazzi, R. Babuska, W. Burgard, D. Dias, F. Ferro, M. Gabbouj, O. Green, A. Iosifidis, E. Kayacan, J. Kober, O. Michel, N. Nikolaidis, P. Nousi, R. Pieters, M. Tzelepi, A. Valada, and A. Tefas, 2022 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), 2022.

-Active Face Recognition through View Synthesis, E. Kakaletsis and N. Nikolaidis, European Signal Processing Conference (EUSIPCO), 2023.

Deep Reinforcement Learning with Action Masking for Differential-Drive Robot - Navigation Using Low-Cost Sensors, K. Tsampazis, M. Kirtas, P. Tosidis, N. Passalis and A. Tefas, IEEE International Workshop on Machine Learning for Signal Processing (MLSP), 2023.

End-to-end Trainable Gaussian Filtering For Electrocardiogram Signal Classification Using Deep Learning, A. Nalmpantis, N. Passalis, and A. Tefas, European Signal Processing Conference (EUSIPCO), 2023.

Using Part-based Representations for Explainable Deep Reinforcement Learning, M. Kirtas, K. Tsampazis, L. Avramelou, N. Passalis, and A. Tefas, ECML PKDD – Workshop: Uncertainty meets Explainability, 2023.

Deep Active Perception for Object Detection using Navigation Proposals, S. Ginargiros, N. Passalis and A. Tefas, IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI), 2023.

Deep Active Robotic Perception for Improving Face Recognition Under Occlusions, V. Dimaridou, N. Passalis and A. Tefas, IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI), 2023.

# Σχετικές Δημοσιεύσεις

Improving Deep Dynamics Models for Autonomous Vehicles with Multimodal Latent Mapping of Surfaces, J. Vertens, N. Dorka, T. Welschhold, M. Thompson, and W. Burgard, IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), 2023.

Multi-label Annotation for Visual MultiTask Learning Models G. Sharma, A. Angleraud, R. Pieters, IEEE International Conference on Robotic Computing (IRC), 2023.

Co-speech gestures for human-robot collaboration, A. Ekrekli, A. Angleraud, G. Sharma and R. Pieters IEEE International Conference on Robotic Computing (IRC), 2023.

EValueAction: a proposal for policy evaluation in simulation to support interactive imitation learning, F. Sibona, J. Luijkx, B. van der Heijden, L. Ferranti, and M. Indri, IEEE 21st International Conference on Industrial Informatics (INDIN), 2023.

Όλες οι δημοσιεύσεις και ανακοινώσεις που εκπονήθηκαν κατά τη διάρκεια του έργου βρίσκονται στον παρακάτω σύνδεσμο: <https://opendr.eu/publications/>

# Διάχυση Απόψεων: Μαθαίνοντας Μέσω Συναντήσεων για Ισότητα, Συμπερίληψη και Διαφορετικότητα

Βασιλική Μητροπούλου  
Καθηγήτρια  
Τμήμα Θεολογίας  
mitro@theo.auth.gr



# Σύντομη Περίληψη

Το ευρωπαϊκό πρόγραμμα «Sharing Worldviews: Learning in Encounter for common values in diversity» μπορεί να ενταχθεί στα προγράμματα σπουδών για την αρχική και την ενδοϋπηρεσιακή κατάρτιση των εκπαιδευτικών σε όλη την Ευρώπη για την εκπαίδευση των (υποψηφίων) εκπαιδευτικών, σε όλους τους τύπους σχολείων και στην Πρακτική Άσκηση των φοιτητών/τριών στα ΑΕΙ. Το πρόγραμμα στοχεύει να εκπαιδεύσει φοιτητές/τριες που σπουδάζουν να γίνουν εκπαιδευτικοί, αλλά και εν ενεργεία εκπαιδευτικούς να φέρουν μαθητές/τριες σε μια διδακτικά καθοδηγούμενη συνάντηση και συζήτηση με σκοπό να μάθουν να διαχειρίζονται την διαφορετικότητα των απόψεών τους (θρησκευτικών και μη) στον φυσικό και στον ψηφιακό κόσμο. Με αυτόν τον τρόπο θα αποκτήσουν δεξιότητες που θα τους επιτρέψουν να ζήσουν μαζί ειρηνικά ως πολίτες σε ιδεολογικά και θρησκευτικά διαφοροποιημένο κόσμο. Στα πλαίσια του προγράμματος αναπτύχθηκε μια ψηφιακή πλατφόρμα όπου προσφέρεται υλικό για εφαρμογή στις ημέρες συνάντησης.

## Πλαίσιο Χρηματοδότησης:

ERASMUS+ 2021-2027, KEY ACTION 2:  
COOPERATION AMONG ORGANISATIONS  
AND INSTITUTIONS, Cooperation Partnerships  
in the Field of Education Training and Youth  
managed by Erasmus+ National Agencies

## Λέξεις Κλειδιά:

woldviews, encounter, religion,  
diversity



Erasmus+

## Διάρκεια Έργου:

01/11/2021- 29/02/2024

## Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:

**Χαρίδημος Κουτρής**, Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Θεολογίας ΑΠΘ

**Γεώργιος Φούζας**, ΕΔΙΠ, Τμήμα Θεολογίας ΑΠΘ

**Μαρία Μεκέ**, Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια, Τμήμα Θεολογίας ΑΠΘ, MSc Economics/Data Management

**Κωνσταντίνος Αλεξόπουλος**, Υποψήφιος Διδάκτορας Τμήμα Θεολογίας ΑΠΘ

# Ερευνητικά Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα του προγράμματος αφορούν μια πολύγλωσση ψηφιακή πλατφόρμα διδασκαλίας, μάθησης, αλληλεπίδρασης και συνεργασίας (PR 1) όπου το υλικό είναι μεταφρασμένο σε τέσσερις γλώσσες (αγγλικά, γερμανικά, ελληνικά, τουρκικά) και θα αποτελέσει τη βάση και το εργαλείο για τις δραστηριότητες του έργου:

(Α) Στην εκπαίδευση των εκπαιδευτικών και την επαγγελματική ανάπτυξη, προσφέρει το νέο, καινοτόμο και κοινό, ψηφιακά υποστηριζόμενο, διεθνώς διαθέσιμο πρόγραμμα σπουδών (PR 2), από το οποίο είναι δυνατή η πρόσβαση σε πρακτική καθοδήγηση για την εκπαίδευση των εκπαιδευτικών (PR 3) και σε ανοιχτής πρόσβασης καινοτόμο διδακτικό και μαθησιακό υλικό (PR 4).

Επιπλέον το additional qualification στα πλαίσια του προγράμματος παρέχει ένα διεθνώς αναγνωρισμένο πιστοποιητικό (PR 5) για φοιτητές/τριες μελλοντικούς εκπαιδευτικούς και για τους εν ενεργεία εκπαιδευτικούς ως προσόντα επαγγελματικής ανάπτυξης, το οποίο μπορεί να είναι προσβάσιμο ως μικροπιστοποιητικό (microcredential) πανευρωπαϊκά.

(Β) Το έργο προσφέρει πολύγλωσσα σχέδια μαθήματος για εκπαιδευτικούς όλων των βαθμίδων εκπαίδευσης (δημοτικό – γυμνάσιο), και για τους σπουδαστές/στρίες των ΑΕΙ μελλοντικούς εκπαιδευτικούς τα οποία θα χρησιμεύουν για την εφαρμογή του μοντέλου των τεσσάρων φάσεων στα σχολεία (PR 6) (PR 7).

(Γ) Στα πλαίσια του παρόντος έργου δημιουργήθηκε ένα ερωτηματολόγιο ως εργαλείο το οποίο επιτρέπει στους/στις εκπαιδευτικούς να αξιολογούν τα αποτελέσματα της Ημέρας Συνάντησης :

1. την αξιολόγηση του προγράμματος από φοιτητές/τριες ΑΕΙ
2. την αξιολόγηση του προγράμματος από μαθητές/τριες σχολείων και
3. την αξιολόγηση του προγράμματος από εκπαιδευτικούς των ΑΕΙ και σχολείων). (PR 8).

**Οι Φάσεις του μοντέλου Μάθησης μέσω Συνάντησης είναι 4 :**

## 1η Φάση

Ως βάση για αμοιβαία ανταλλαγή κατά την Ημέρα Συνάντησης, οι εκπαιδευτικοί των ΑΕΙ ή των σχολείων επιλέγουν σε από κοινού συνεργασία ένα θέμα το οποίο διδάσκεται στις χωριστές ομάδες των μαθητών/τριών ή φοιτητών/τριών. Η επιλογή του θέματος μπορεί να επεκταθεί και σε άλλα θέματα, όπως θέματα ζωής και επιστήμης. Με τον τρόπο αυτό, οι φοιτητές/τριες ή μαθητές/τριες προετοιμάζονται να ασχοληθούν με το θέμα από την άποψη της δικής τους θρησκείας ή και κοσμοθεωρίας και ταυτόχρονα κατά την Ημέρα Συνάντησης έχουν την ευκαιρία να γνωριστούν μεταξύ τους. Έχουν οριστεί κανόνες του διαλόγου για να διασφαλίσουν την βάση μιας ανοιχτής επικοινωνίας.

# Ερευνητικά Αποτελέσματα

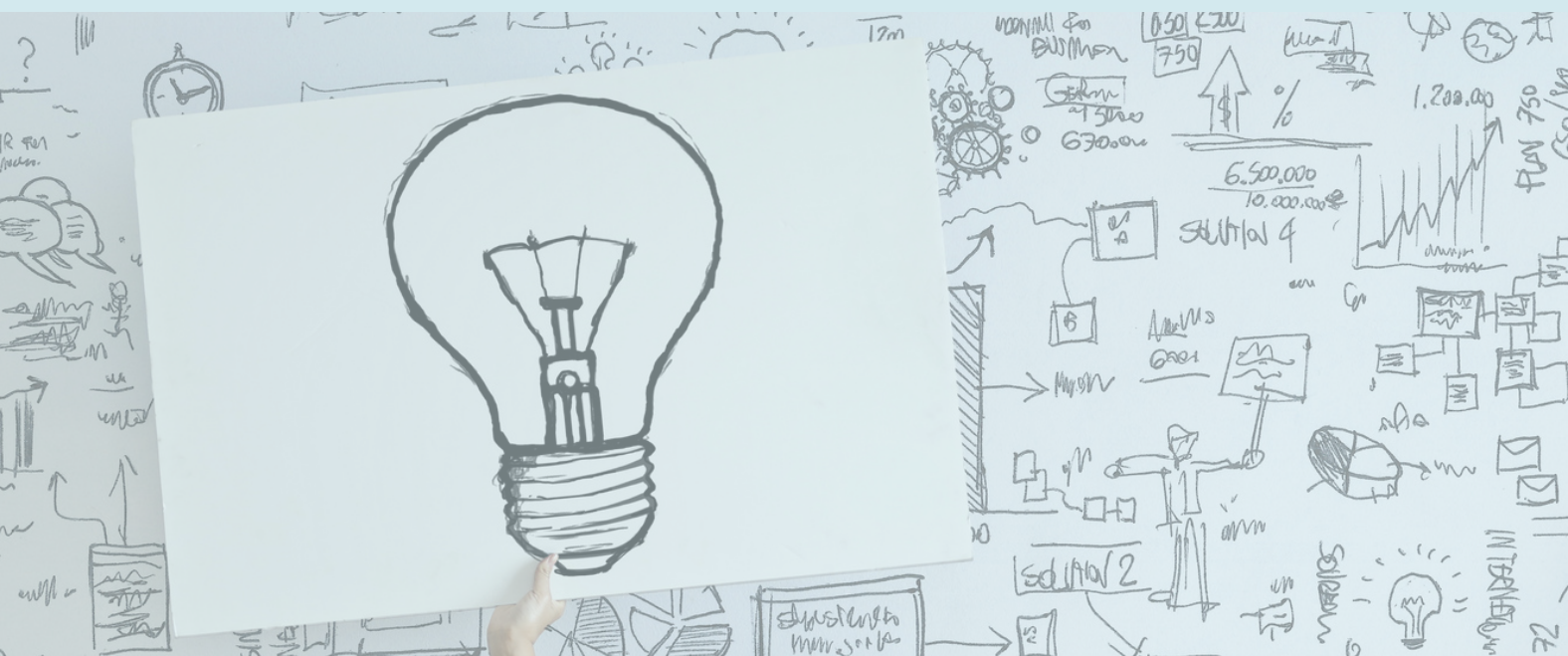
## 2η και 3η Φάσεις

Η 2η φάση είναι η κυρίως φάση συνεργασίας των φοιτητών/τριών ή μαθητών/τριών μετά την διδασκαλία των χωριστών ομάδων. Οι φοιτητές/τριες στη 2η φάση έχουν την ευκαιρία να παρουσιάσουν την ατομική τους προοπτική πάνω στο θέμα το οποίο μελέτησαν και τη γνώση που απέκτησαν κατά την 1η φάση στα υπόλοιπα μέλη της ομάδας τους. Στη συνέχεια να προβούν σε ανταλλαγές απόψεων πάνω στις αντίστοιχες προοπτικές τους. Μαθαίνοντας την θέση των άλλων μελών της ομάδας τους μέσω των παρουσιάσεων, και συγκρίνοντάς τις με τις δικές τους απόψεις προωθούνται οι διαθρησκευτικές και διαπολιτισμικές ικανότητες). Η παρουσίαση στην ομάδα ακολουθείται από την εικονική ή προσωπική συνάντηση στην 3η φάση συνεργασίας στην ολομέλεια την ανταλλαγή των διαφορετικών προοπτικών πάνω στο θέμα που οι φοιτητές/τριες ή μαθητές/τριες από διαφορετικές εθνικότητες και σχολεία είχαν προηγουμένως παρουσιάσει. Οι συμμετέχοντες μπορούν να ανταλλάξουν τις νέες γνώσεις που απέκτησαν στις μικρές μικτές ομάδες.

## 4η Φάση

Στο τέλος της Ημέρας Συνάντησης, λαμβάνει χώρα η 4η και τελευταία φάση της συνεργασίας που περιλαμβάνει έναν τελικό αναστοχασμό ξανά στην αρχική ομάδα. Εδώ οι φοιτητές/τριες ή μαθητές/τριες ενθαρρύνονται να αναστοχαστούν πάνω στην απόκτηση ικανοτήτων σχετικές με το περιεχόμενο του θέματος και κοινωνικές ικανότητες, να αποκτήσουν ικανότητα αυτογνωσίας και ανταλλάξουν απόψεις πάνω σε αυτό.

Μετά το πέρας της Ημέρας Συνάντησης μπορούν να απαντήσουν στο Ερωτηματολόγιο ή στις ερωτήσεις Αναστοχασμού.



# Παραδείγματα εφαρμογών

“ Η προετοιμασία των εκπαιδευτικών των σχολείων και των ΑΕΙ (που ασχολούνται με την εκπαίδευση των φοιτητών/τριών) για την εφαρμογή του παρόντος προγράμματος, μπορεί να γίνει με βάση ενός μοντέλου 4 φάσεων το οποίο έχει ήδη δοκιμαστεί και αξιολογηθεί σε γερμανικά σχολεία από το 2002/03 και στα γερμανικά πανεπιστήμια από το 2011. ”

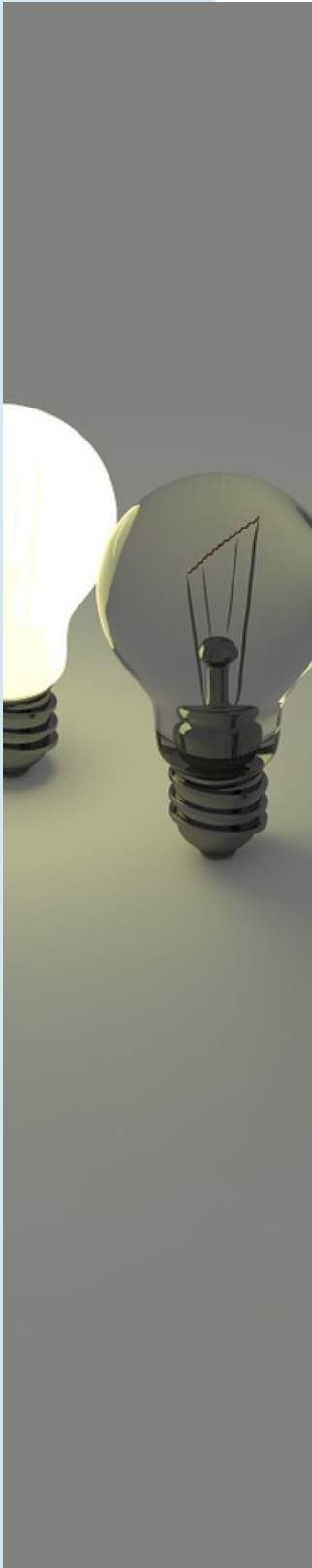
Η ψηφιακή πλατφόρμα διδασκαλίας, μάθησης, αλληλεπίδρασης και συνεργασίας (PR 1) στον ιστότοπο <https://sharing-worldviews.com/en>, όπου το υλικό είναι μεταφρασμένο σε τέσσερις γλώσσες (αγγλικά, γερμανικά, ελληνικά, τουρκικά) και είναι ανοιχτή και προσβάσιμη σε όποιον εκπαιδευτικό τριτοβάθμιας ή δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης αλλά και φοιτητές/τριες και μαθητές/τριες επιθυμεί να την επισκεφθεί. Οι εκπαιδευτικοί της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης έχουν πρόσβαση σε διδακτικό υλικό για φοιτητές/τριες και οι εκπαιδευτικοί της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σε διδακτικό υλικό για τους/τις μαθητές/τριες του σχολείου τους. Επίσης έχουν οδηγίες για το πώς να οργανώσουν μια ημέρα συνάντησης με άλλα Τμήματα Πανεπιστημίων ή σχολεία του εξωτερικού.

**Ειδικότερα για τους εκπαιδευτικούς των σχολείων της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης το πρόγραμμα μπορεί να υλοποιηθεί και στα πλαίσια του E-Twinning.**

Οι φοιτητές/τριες μπορούν επιπρόσθετα να παρακολουθήσουν δωρεάν στην πλατφόρμα ένα πρόγραμμα μελέτης (study programme) που οδηγεί στην απόκτηση additional qualification. Στα πλαίσια του προγράμματος μελέτης παρακολουθούν διαλέξεις σε video από καθηγητές που συμμετείχαν στο πρόγραμμα, τα οποία είναι αναρτημένα πάνω στην πλατφόρμα και στο τέλος κάθε video απαντούν σε σχετικές ερωτήσεις.



Στα πλαίσια του προγράμματος διεξήχθη στις 13/12/2023 ενημερωτική συνάντηση στο Τμήμα Θεολογίας ΑΠΘ στην οποία συμμετείχαν σύμβουλοι εκπαίδευσης, καθηγητές/τριες δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, φοιτητές/τριες στα πλαίσια της οποίας πληροφορήθηκαν για το πρόγραμμα και το μοντέλο της Μάθησης μέσω Συναντήσεων, καθώς και τις δυνατότητες επικοινωνίας με τους εκπαιδευτικούς άλλων πανεπιστημίων και σχολείων του εξωτερικού. Επιπρόσθετα, έλαβαν υλικό διδασκαλίας και οδηγίες για την οργάνωση και αξιολόγησης μιας Ημέρας Συνάντησης. Για την συνέχιση και διάχυση του προγράμματος δημιουργήθηκε από το εαρινό εξάμηνο του ακαδημαϊκού έτους 2023-24 ένα επιλεγόμενο μάθημα με τίτλο : "Διάχυση Απόψεων: Μαθαίνοντας Μέσω Συναντήσεων για Ισότητα, Συμπερίληψη και Διαφορετικότητα" στο οποίο εφαρμόζεται με τους/τις φοιτητές/τριες το μοντέλο των 4 φάσεων του προγράμματος σε συνεργασία με φοιτητές/τριες των πανεπιστημίων που συνεργάστηκαν στο πρόγραμμα αλλά και όσων ακόμη ενδιαφέρονται να συμμετέχουν.



Co-funded by  
the European Union



# Σχετικές Δημοσιεύσεις

Boehme, K. Interreligiöses Begegnungslernen: Grundlegung einer fächerkooperierenden Didaktik von Weltsichten, Herder, 2023.

Μητροπούλου, Β., Boehme, Κ., Μεκέ, Μ. Διαδικτυακές Διαθρησκειακές συναντήσεις: μια εφαρμογή στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Ζητήματα Διδακτικής των Θρησκευτικών Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου Θεολόγων. Τομ. 4, 2022 eISSN 2585-3791.

Valk, J. Worldviews. A Comprehensive Approach to Knowing Self and Others. Palgrave, 2021.

Valk, J., Albayrak, H., Selçuk, M. An Islamic Worldview from Turkey: Religion in a Modern, Secular and Democratic State. 2017.

# Καινοτόμα Φωτοκαταλυτικά Χρώματα για Υγιές Περιβάλλον και Εξοικονόμηση Ενέργειας

Νικόλαος Μουσιόπουλος  
Καθηγητής  
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών  
moussio@auth.gr



# Σύντομη Περίληψη

Κύριο αντικείμενο του LIFE VISIONS είναι η παραγωγή μιας καινοτόμου φωτοκαταλυτικής βαφής για τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα και την εξοικονόμηση ενέργειας σε κτίρια. Οι κύριοι στόχοι του έργου εστιάζουν στα παρακάτω:

1. Ανάπτυξη φωτοκαταλυτικού κονιάματος (VISIONS Photo-Powder).
2. Ημι-βιομηχανική παραγωγή καινοτόμων φωτοκαταλυτικών χρωμάτων, ενσωματώνοντας το VISIONS Photo-Powder.
3. Εφαρμογή του βέλτιστου φωτοκαλυτικού χρώματος σε πραγματική κλίμακα σε κτίρια επίδειξης και στα κτίρια της Σχολής Ναυτικών Δοκίμων.
4. Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του φωτοκαταλυτικού χρώματος για εφαρμογές μεγάλης κλίμακας με χρήση αριθμητικής μοντελοποίησης (CFD).
5. Ανάπτυξη δεικτών απόδοσης για την αξιολόγηση της φωτοκαταλυτικής αποτελεσματικότητας όσον αφορά στη μείωση συγκέντρωσης ρύπων σε εσωτερικούς χώρους και στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης.
6. Ανάπτυξη ενός Συστήματος Υποστήριξης Αποφάσεων.
7. Ίδρυση spin-off εταιρείας για τη διάχυση των τεχνολογιών και προϊόντων του έργου.

**Πλαίσιο Χρηματοδότησης:**  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΑ 2014-2020, LIFE+



**Λέξεις Κλειδιά:**

φωτοκαταλυτική μπογιά, ποιότητα αέρα εσωτερικού χώρου, ανάλυση κύκλου ζωής, ανάλυση κόστους οφέλους, μοντέλο υπολογιστικής ρευστοδυναμικής, photocatalytic paint, indoor air quality, life cycle analysis, cost benefit analysis, computational fluid dynamics model

**Διάρκεια Έργου:**

07/09/2020- 06/02/2024

**Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:**

Νικόλαος Μουσιόπουλος  
Λεωνίδας Ντζιαχρήστος  
Φώτιος Μπάρμπας  
Ευαγγελία Φράγκου  
Γεώργιος Τσέγας  
Αθανάσιος Καραγκούνης  
Ελευθέριος Χουρδάκης  
Γεώργιος Ευθυμίου  
Γεώργιος Περκουλίδης  
Έλλη Χατζώκου

# Ερευνητικά Αποτελέσματα

Στο πλαίσιο του έργου LIFEVISIONS, η φωτοκαταλυτική απόδοση του υλικού υπολογίστηκε τόσο εργαστηριακά, όσο και σε πραγματική κλίμακα, προκειμένου να εκτιμηθεί η αποτελεσματικότητά του στην αποδόμηση ατμοσφαιρικών ρύπων καθώς και στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Η εφαρμογή πραγματοποιήθηκε σε πρώτη φάση σε δύο Demo-Houses στις εγκαταστάσεις του ΙΤΕ στην Κρήτη, τα οποία αποτελούν μια μοναδική ευρωπαϊκή εγκατάσταση. Η εφαρμογή πραγματοποιήθηκε σε ένα από τα Demo-Houses («Πράσινο Σπίτι»), ενώ στο άλλο «Συμβατικό Σπίτι» εφαρμόστηκε συμβατικό χρώμα. Τα δύο σπίτια χωρίζονται από έναν χώρο ελέγχου όπου τοποθετήθηκε ο μετρητικός εξοπλισμός παρακολούθησης αέριων ρύπων. Ο μετρητικός εξοπλισμός παρακολούθησης αέριων ρύπων σε συνδυασμό με καταγραφείς δεδομένων κατέγραφε συνεχώς τη συγκέντρωση NOx, O3 και VOCs, τη θερμοκρασία, τη σχετική υγρασία και την ένταση φωτός μέσα σε κάθε demo house. Στα σπίτια διοχετεύονταν ατμοσφαιρικοί ρύποι προκειμένου να επιτευχθεί το απαιτούμενο επίπεδο ρύπανσης (κοντά στις πραγματικές συνθήκες εσωτερικού χώρου). Με την ενεργοποίηση του φωτοκαταλυτικού χρώματος (φωτισμός) το επίπεδο ρύπανσης στο «Πράσινο Σπίτι» μειώθηκε κατά 61,7%. Εκτιμήθηκαν επίσης όλες οι παράπλευρες επιδράσεις (προσρόφηση σε τοίχους, φωτόλυση κ.λπ.).

Στη δεύτερη φάση, το φωτοκαταλυτικό χρώμα δοκιμάστηκε σε τρία ζεύγη αιθουσών (ένα σε κάθε όροφο) της Σχολής Ναυτικών Δοκίμων στον Πειραιά. Κάθε ζεύγος περιλάμβανε μια «πράσινη» και μια «συμβατική» αίθουσα στις οποίες εφαρμόστηκαν η VISIONS φωτοκαταλυτική βαφή και συμβατικό χρώμα του εμπορίου αντίστοιχα. Και οι δυο αίθουσες εξοπλίστηκαν με αναλυτές συνεχούς μέτρησης NOx και VOCs, ενώ η διάρκεια των μετρήσεων ήταν περίπου 20-30 ημέρες σε κάθε ζεύγος αιθουσών. Από τις μετρήσεις και τις αριθμητικές προσομοιώσεις επιβεβαιώθηκε η αποτελεσματικότητα του φωτοκαταλυτικού χρώματος, με μείωση των επιπέδων NOx έως 40% και των VOCs (τολουένιο) έως 20%, με μέσο όρο μείωσης στις συγκεντρώσεις NO και τολουενίου κατά 20% και 12% αντίστοιχα. Ταυτόχρονα με το όφελος στην ποιότητα αέρα, η εφαρμογή του προτεινόμενου χρώματος οδήγησε σε μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης που κυμάνθηκε μεταξύ 11%-21%.



# Ερευνητικά Αποτελέσματα

Η ολοκληρωμένη αποτίμηση της αποτελεσματικότητας του φωτοκαταλυτικού χρώματος πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο Ανάλυσης Κύκλου Ζωής και Ανάλυσης Κόστους-Οφέλους. Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής ανέδειξε το μειωμένο περιβαλλοντικό αποτύπωμα του κύκλου ζωής της φωτοκαταλυτικής σε σχέση με τη συμβατική μπογιά για τους 16 από τους 18 περιβαλλοντικούς δείκτες που συμπεριλήφθηκαν στη μελέτη, ως άμεσο επακόλουθο της μειωμένης ενεργειακής κατανάλωσης. Το συνολικό περιβαλλοντικό όφελος για την εφαρμογή στα demo houses υπολογίστηκε στο 3,62% στη βάση μιας πολύ μικρής μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης του 3,85%. Η μείωση του περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι μεγαλύτερη σε περιπτώσεις εφαρμογής σε κτίρια με αυξημένες ανάγκες ενεργειακής κατανάλωσης (εξαιτίας της κλιματικής ζώνης ή του πλήθους των ατόμων στο κτίριο) και σύστημα μηχανικού εξαερισμού.

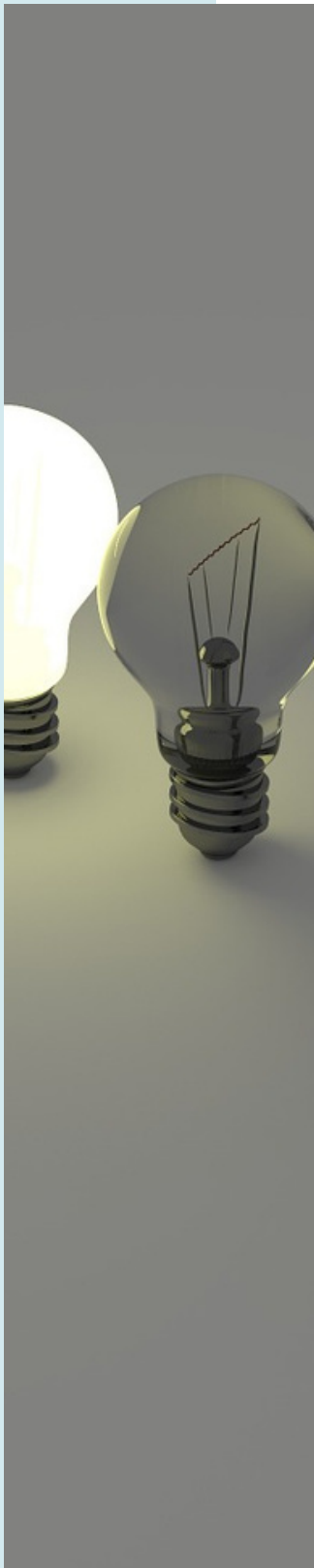
Το οικονομικό όφελος προκύπτει σε συνάρτηση με το κόστος αγοράς, το κόστος που σχετίζεται με την ενεργειακή κατανάλωση και το εξωτερικό κόστος που αφορά στη μείωση των επιπτώσεων στην ανθρώπινη υγεία ως απόρροια της μείωσης των επιπέδων ατμοσφαιρικών ρύπων εξαιτίας της εφαρμογής των φωτοκαταλυτικού χρώματος. Βάσει των υπολογισμών που προκύπτουν από την εφαρμογή του χρώματος στη Σχολή Ναυτικών Δοκίμων, η μείωση κατανάλωσης ενέργειας έχει ως αποτέλεσμα την απόσβεση του αυξημένου κόστους αγοράς του καινοτόμου προϊόντος (λιανική τιμή αγοράς συμβατικού χρώματος 2,5 ευρώ/lt και φωτοκαταλυτικού 12,5 ευρώ/lt) σε διάστημα δύο ετών, ενώ στα επόμενα τρία χρόνια (με την προϋπόθεση ως χρόνο διάρκεια ζωής του φωτοκαταλυτικού χρώματος τα 5 έτη) προκύπτει κέρδος. Ωστόσο, το κοινωνικό όφελος που σχετίζεται με την ανθρώπινη υγεία από τη βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα είναι μεγαλύτερο κατά πολλές τάξεις μεγέθους. **Συγκεκριμένα, μελετήθηκαν οι δείκτες επιπτώσεων στην υγεία που σχετίζονται με τις συγκεντρώσεις NO<sub>2</sub>, και αφορούν σε περιστατικά βρογχίτιδας σε μικρά παιδιά με άσθμα, στη θνησιμότητα και στα περιστατικά νοσηλείας σε όλο τον πληθυσμό. Συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα από την εφαρμογή στη Σχολή Ναυτικών Δοκίμων καταδεικνύουν μία αύξηση στην τιμή του φωτοκαταλυτικού χρώματος κατά + 198% (αύξηση στην επένδυση κατά 4482 € για το πρώτο έτος), η οποία όμως είναι αρχική επένδυση και αποσβένεται μέσα σε δύο χρόνια λαμβάνοντας υπόψη μία μείωση κατά -10% στην ενεργειακή κατανάλωση (εξοικονόμηση κατά 2345,6€ ανά έτος). Το εξωτερικό κόστος που σχετίζεται με την ανθρώπινη υγεία είναι πολλές τάξεις μεγέθους μεγαλύτερο και μειώνεται κατά 54,816 εκατ. €.**

# Παραδείγματα εφαρμογών

“ Το οικονομικό όφελος προκύπτει σε συνάρτηση με το κόστος αγοράς, το κόστος που σχετίζεται με την ενεργειακή κατανάλωση και το εξωτερικό κόστος που αφορά στη μείωση των επιπτώσεων στην ανθρώπινη υγεία ως απόρροια της μείωσης των επιπέδων ατμοσφαιρικών ρύπων εξαιτίας της εφαρμογής των φωτοκαταλυτικού χρώματος. ”

Με βάση τα αποτελέσματα του έργου σε σχέση με την απόδοση του καινοτόμου φωτοκαταλυτικού χρώματος, προκύπτει ότι το σχετικό πλεονέκτημα από την εφαρμογή του προτεινόμενου προϊόντος αφορά τόσο το οικονομικό, όσο και το περιβαλλοντικό και κοινωνικό κόστος. Το όφελος της εφαρμογής του φωτοκαταλυτικού χρώματος σχετίζεται με τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος, ως άμεση απόρροια της μειωμένης ενεργειακής κατανάλωσης, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα και την απόσβεση του υψηλότερου κόστους αγοράς σε σχέση με το συμβατικό χρώμα, μέσα σε διάστημα μόλις δύο ετών από την εφαρμογή. Παράλληλα όμως, το μεγαλύτερο κοινωνικό όφελος είναι απόρροια της μείωσης των επιπτώσεων στην υγεία εξαιτίας της ρύπανσης της ατμόσφαιρας στο εσωτερικό των κτιρίων, καθώς το φωτοκαταλυτικό υλικό απομακρύνει αποτελεσματικά τα οξείδια του αζώτου.

Κατά συνέπεια, η εφαρμογή του φωτοκαταλυτικού υλικού θα μπορούσε δυνητικά να έχει σημαντικά οφέλη στην περίπτωση δημοσίων κτιρίων με μεγάλες ενεργειακές ανάγκες, όπως για παράδειγμα σε νοσοκομεία. Η χρήση του καινοτόμου χρώματος προτείνεται σε μεγάλα κτίρια (νοσοκομεία, σχολεία, γραφεία) σε τοποθεσίες που χαρακτηρίζονται από υψηλά επίπεδα ατμοσφαιρικών ρύπων, όπως σε αστικά κέντρα, ώστε να μεγιστοποιούνται τα οφέλη σε σχέση με την υγεία των κατοίκων, ειδικά όταν τα κτίρια αυτά χρησιμοποιούνται από πληθυσμιακές ομάδες που είναι πιο ευάλωτες στην ατμοσφαιρική ρύπανση (παιδιά, ηλικιωμένοι).



## VISIONS - LIFE19 ENV/GR/000100

Καινοτόμα Φωτοκαταλυτικά Χρώματα για Υγιές Περιβάλλον και Εξοικονόμηση Ενέργειας



InnoVative photocatalytic paints for healthy environment and eEnergy Saving



### Πεδίο Εφαρμογής του Έργου:

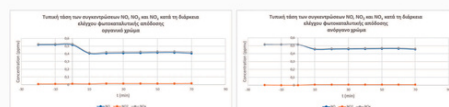
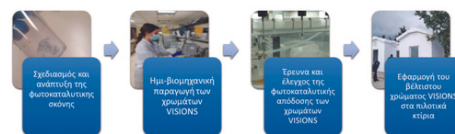
Κύριο αντικείμενο του έργου είναι η παραγωγή μιας καινοτόμου φωτοκαταλυτικής βαφής, η οποία στοχεύει στη βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα, ενώ θα επιτρέψει σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια.

Προϋπολογισμός: 1.403.752€ (Ποσοστό συγχρηματοδότησης 54%)

### Μεθοδολογία ανάπτυξης του φωτοκαταλυτικού χρώματος VISIONS:

- 1 Σχεδιασμός και ανάπτυξη της φωτοκαταλυτικής σκόνης:**  
Η ανάπτυξη της φωτοκαταλυτικής σκόνης πραγματοποιείται με απλή μέθοδο συγκατάβυθισης από το ΙΤΕ. Η φωτοκαταλυτική σκόνη ενεργοποιείται παρουσία ορατής ακτινοβολίας και αποτελείται από οξείδιο του τιτανίου με κατάλληλες προσμίξεις μετάλλων μετάπτωσης.
- 2 Ημι-βιομηχανική παραγωγή των χρωμάτων VISIONS:**  
Η παραγωγή πραγματοποιήθηκε με την ανάμιξη της βελτιστοποιημένης φωτοκαταλυτικής σκόνης με δυο διαφορετικά είδη χρώματος από την VITEX και το ΙΤΕ. Συγκεκριμένα, η VITEX ολοκλήρωσε την οργανική και την ανόργανη σύνθεση και ξεκίνησε την παραγωγή για τις απαιτήσεις των πιλοτικών εφαρμογών.
- 3 Έρευνα και έλεγχος της φωτοκαταλυτικής απόδοσης των χρωμάτων VISIONS:**  
Η έρευνα της ικανότητας των χρωμάτων VISIONS να αποδομούν τους αέριους ρυπαντές πραγματοποιήθηκε στον φωτοκαταλυτικό εργαστηριακό αντιδραστήρα του Ε.Κ.Ε.Φ.Ε Δημόκριτος, βάσει του προτύπου CEN/TC/16980-1:2017. Τα αποτελέσματα έδειξαν απόδοση αποδόμησης των οξειδίων του αζώτου 21.5% στην ορατή ακτινοβολία και 83.5% στην υπεριώδη ακτινοβολία για την οργανική σύνθεση, ενώ για την ανόργανη σύνθεση τα ποσοστά ήταν 12.0% και 66.5% αντιστοίχως. Οι τιμές αυτές είναι πολύ υποσχόμενες για την παραγωγή βιομηχανικού προϊόντος.

- 4 Εφαρμογή του βέλτιστου χρώματος VISIONS στα πιλοτικά κτίρια:**  
Το βέλτιστο χρώμα VISIONS θα εφαρμοστεί στα πιλοτικά κτίρια της Σχολής Ναυτικών Δοκίμων στον Πειραιά και στα demo houses στις εγκαταστάσεις του ΙΤΕ στην Κρήτη. Η ποιότητα του εσωτερικού αέρα αξιολογείται με κατάλληλο εξοπλισμό μέτρησης των εσωτερικών συνθηκών.



Τυπικά διαγράμματα που παρουσιάζουν τη μείωση του NO υπό την ορατή ακτινοβολία για το οργανικό και το ανόργανο χρώμα

### Εταίροι του έργου:



Υπεύθυνος Επικοινωνίας  
Θωμάς Μάγγος  
E: tmaggos@ipta.demokritos.gr  
T: +30 2106503716



Το έργο συγχρηματοδοτείται από το Πρόγραμμα LIFE της Ευρωπαϊκής Ένωσης



# Σχετικές Δημοσιεύσεις

N. Moussiopoulos, F. Barmpas, E. Fragkou, A. Karagkounis, G. Efthimiou, G. Tsegas, V. Binas, T. Maggos, Assessing the Effectiveness of a Photocatalytic Paint for Depollution in a Controlled Indoor Environment, 22nd International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, 10-14 June 2024, Tartu, Estonia.

F. Barmpas, G. Tsegas, N. Moussiopoulos, G. Efthimiou and E. Fragkou, Indoor space depollution modelling in urban environments, International Technical Meeting on Air Pollution Modeling and its Application, 22 - 26 May 2023, Chapel Hill, North Carolina, U.S.A.

A. Karagkounis, E. Fragkou, F. Barmpas, G. Efthimiou and N. Moussiopoulos, Life Cycle Assessment and Cost Benefit Analysis for the integrated assessment of an innovative Mn-TiO<sub>2</sub> nanoparticle photocatalytic paint, International Conference on Environmental Science and Technology (CEST), 30 Aug - 2 Sep 2023, Athens.

A. Karagkounis, E. Fragkou, F. Barmpas and N. Moussiopoulos, Comparative LCA Study for Assessing the Potential Environmental Benefit of a Photocatalytic in Relation to a Conventional Paint, SETAC Europe 33rd Annual Meeting, 30 April – 4 May 2023, Dublin, Ireland.

A. Karagkounis, G. Tsegas, E. Fragkou, F. Barmpas, G. Efthimiou, N. Moussiopoulos, V. Binas and T. Maggos, Assessing the Potential Environmental and Socioeconomic Benefit of a TiO<sub>2</sub> Nanoparticle-Based Photocatalytic Paint by Integrating LCA and CBA Methodologies, Scientific Conference on “Transforming towards a sustainable society - challenges and solutions”, 11 - 13 October 2023, KIT Karlsruhe, Germany.

# Προστασία Σταθμών Φόρτισης Ηλεκτρικών Αυτοκινήτων Έναντι Υπερτάσεων

Θωμάς Τσοβίλης  
Αναπληρωτής Καθηγητής  
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών  
και Μηχανικών Υπολογιστών  
tsovilis@auth.gr



# Σύντομη Περίληψη

Το ερευνητικό έργο αντιμετωπίζει το πρόβλημα της προστασίας σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων έναντι κεραυνικών υπερτάσεων συνδυάζοντας καινοτόμα πειράματα υψηλής τάσης με προηγμένες τεχνικές προσομοίωσης.

Στα πλαίσια του προγράμματος :

- διερευνήθηκε η μεταβατική απόκριση διαθέσιμων στο εμπόριο προστατευτικών διατάξεων σε ευρύ φάσμα συχνοτήτων με τη χρήση γεννητριών κρουστικής τάσης/ρεύματος και μετρήσεων διηλεκτρικής φασματοσκοπίας
- αναπτύχθηκαν προηγμένα μοντέλα προσομοίωσης του εξοπλισμού του σταθμού φόρτισης στο λογισμικό προσομοίωσης ATP-EMTP, ώστε να διερευνηθούν οι επιπτώσεις του είδους και της πολικότητας των κεραυνών που πλήττουν τις εισερχόμενες εναέριες γραμμές τροφοδοσίας.

Βάσει των αποτελεσμάτων, προτάθηκε ένα σύστημα προστασίας υψηλής αποτελεσματικότητας, που οδηγεί σε ασφαλέστερες και πιο αξιόπιστες εγκαταστάσεις ισχύος. Αυτή η εργασία συμβάλλει στην ανάπτυξη προτύπων και στο σχηματισμό συνιστομένων πρακτικών προστασίας σταθμών φόρτισης και διασυνδεδεμένων ηλεκτρικών αυτοκινήτων.

## Πλαίσιο Χρηματοδότησης:

IEEE Industry Applications Society Student-Faculty Grant Program 2022, IEEE Industry Applications Society and IEEE Foundation Board (IAS Myron Zucker Student-Faculty Grant Program 2022)



## Λέξεις Κλειδιά:

ATP-EMTP, ηλεκτρικά αυτοκίνητα, μέγιστη ενέργεια καταπόνησης, κεραυνικά πλήγματα, διατάξεις προστασίας έναντι υπερτάσεων & ATP-EMTP, electric cars, energy absorption capability, lightning incidence, surge protective devices

## Διάρκεια Έργου:

01/09/2022- 29/02/2024

## Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:

**Ευάγγελος Στάικος**, Υποψήφιος Διδάκτορας HMMY

**Χρήστος Αντριάς**, Φοιτητής HMMY

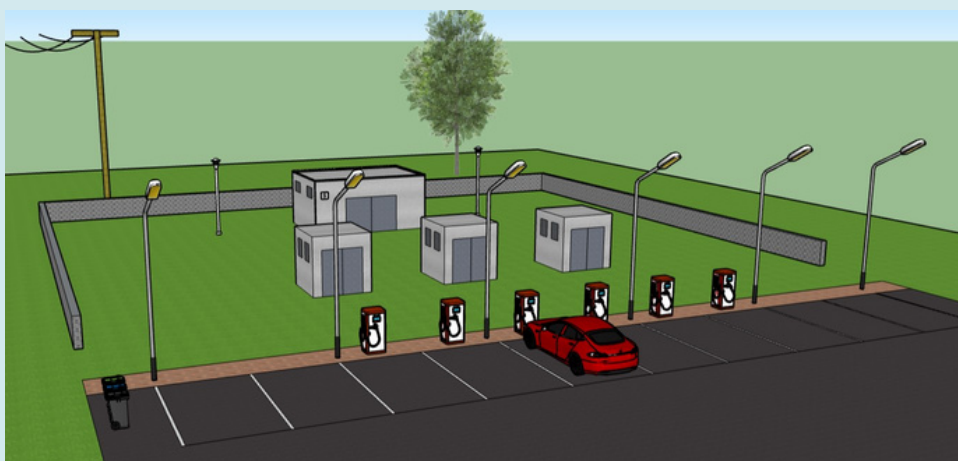
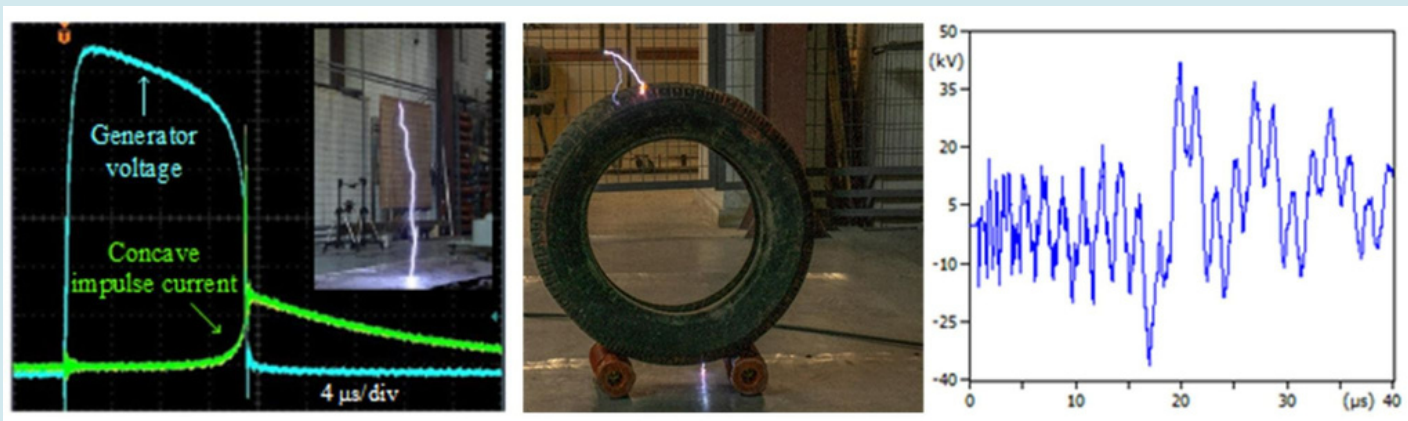
**Κυριάκος-Παύλος Ζαγκουμίδης**, Φοιτητής HMMY

# Ερευνητικά Αποτελέσματα

Μοντελοποιήθηκε στο λογισμικό προσομοίωσης ηλεκτρομαγνητικών μεταβατικών καταστάσεων ATP-EMTP ένας τυπικός σταθμός φόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων ονομαστικής ισχύος 1 MVA, που συνδέεται με το σύστημα διανομής μέσω υπόγειων καλωδίων μέσης τάσης και χρησιμοποιεί εξοπλισμό ταχείας φόρτισης που λειτουργεί στα 1000 V DC.

Υπολογίστηκαν οι υπερτάσεις που εμφανίζονται στα ηλεκτρικά κυκλώματα του σταθμού φόρτισης (τόσο στην AC αλλά και στην DC πλευρά τους) λόγω κεραυνικών πληγμάτων στην εισερχόμενη εναέρια γραμμή μέσης τάσης. Διαφορετικά είδη κεραυνών αρνητικής και θετικής πολικότητας με διαφορετικές κυματομορφές μελετήθηκαν ώστε να διερευνηθεί η αναγκαιότητα προστασίας από υπερτάσεις για ένα ευρύ φάσμα σεναρίων προσομοίωσης που λαμβάνουν υπόψη την ειδική αντίσταση του εδάφους.

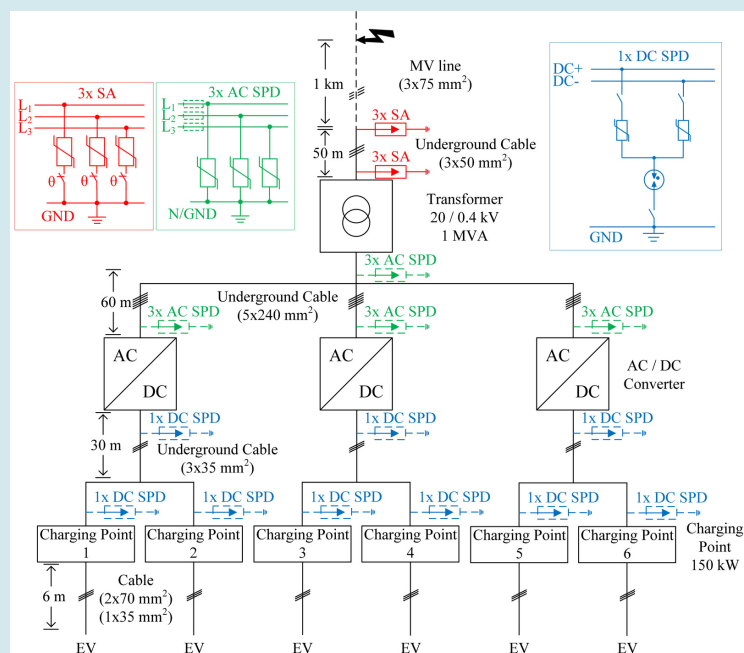
Προτάθηκε ένα σύστημα προστασίας από υπερτάσεις που χρησιμοποιεί DC και AC διατάξεις προστασίας έναντι υπερτάσεων (SPDs) στις κρίσιμες θέσεις εντός του σταθμού φόρτισης (στον μετασχηματιστή, την AC και την DC πλευρά των μετατροπέων, και στα σημεία φόρτισης), έτσι ώστε να μειωθεί ο κίνδυνος αστοχίας για τον εξοπλισμό του σταθμού φόρτισης, συμπεριλαμβανομένων των συνδεδεμένων ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Η μέγιστη ενέργεια καταπόνησης των διατάξεων προστασίας έναντι υπερτάσεων αξιολογήθηκε με στόχο την βέλτιστη διαστασιολόγησή τους, καθώς υπάρχει έλλειψη διεθνών προτύπων για την επιλογή των κατάλληλων διατάξεων προστασίας έναντι υπερτάσεων σε σταθμούς φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.



# Ερευνητικά Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων έδειξαν ότι:

- Η προστασία έναντι υπερτάσεων του εξοπλισμού χαμηλής τάσης του σταθμού φόρτισης είναι απαραίτητη, ειδικά στην AC και DC πλευρά των μετατροπών και στα σημεία φόρτισης.
- Εάν δεν έχουν εγκατασταθεί διατάξεις προστασίας έναντι υπερτάσεων, υπάρχει επίσης υψηλός κίνδυνος βλάβης του εξοπλισμού του σταθμού φόρτισης καθώς και των ηλεκτρικών αυτοκινήτων κατά τη φόρτιση.
- Οι τυπικοί εκτροπείς υπέρτασης μέσης τάσης που εγκαθίστανται στα δίκτυα διανομής φαίνεται να αποτελούν πιθανό σημείο αστοχίας, καθώς υπολογίστηκε ότι η ενεργειακή καταπόνηση τους είναι μεγαλύτερη από την ικανότητα τους σε απορρόφηση ενέργειας υποδηλώνοντας την ανάγκη για χρήση υψηλότερης ενεργειακής κλάσης.
- Θα πρέπει να τοποθετούνται διατάξεις προστασίας έναντι υπερτάσεων και στις δύο πλευρές (AC και DC) του κυκλώματος του σταθμού φόρτισης για την προστασία του εξοπλισμού χαμηλής τάσης, με μέγιστη ενέργεια καταπόνησης που αντιστοιχεί σε διατάξεις προστασίας έναντι υπερτάσεων τουλάχιστον κλάσης II σύμφωνα με το διεθνές πρότυπο IEC 61643 και μέγιστο κρουστικό ρεύμα τουλάχιστον 35 kA.
- Τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων υποδεικνύουν επίσης την ανάγκη για ενσωμάτωση διατάξεων προστασίας έναντι υπερτάσεων σε ηλεκτρικά οχήματα υψηλής αξίας ή οχήματα που χρησιμοποιούνται σε κρίσιμες εφαρμογές όπως οχήματα δημόσιας συγκοινωνίας, ασθενοφόρα και στρατιωτικά οχήματα, καθώς η απουσία ή η αστοχία των διατάξεων προστασίας έναντι υπερτάσεων στα σημεία φόρτισης μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την έκθεση των συνδεδεμένων οχημάτων σε υπερτάσεις με καταστροφικές συνέπειες.



# Παραδείγματα εφαρμογών

*Βάσει των αποτελεσμάτων, προτάθηκε ένα σύστημα προστασίας υψηλής αποτελεσματικότητας, που οδηγεί σε ασφαλέστερες και πιο αξιόπιστες εγκαταστάσεις φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.*

Το σύστημα προστασίας που προτείνεται, θα ενισχύσει την προστασία των σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, οδηγώντας σε ασφαλέστερες και πιο αξιόπιστες εγκαταστάσεις ισχύος και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ευρέως σε τυπικούς σταθμούς ταχείας φόρτισης σε όλο τον κόσμο. Αυτή η εργασία μπορεί να συνεισφέρει στην ανάπτυξη προτύπων όπως το UL1449 και το IEC 61643-41 καθώς και στο σχηματισμό συνιστώμενων πρακτικών προστασίας έναντι υπερτάσεων για σταθμούς φόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων και λεωφορείων. Τα ερευνητικά αποτελέσματα αναδεικνύουν την ανάγκη ενσωματωμένης προστασίας σε ηλεκτρικά οχήματα κρίσιμης σημασίας όπως ασθενοφόρα και σχολικά λεωφορεία.

Οι προηγμένες τεχνικές και τα μοντέλα προσομοίωσης που αναπτύχθηκαν στο λογισμικό προσομοίωσης ATP-EMTP τόσο για τις διατάξεις προστασίας έναντι υπερτάσεων αλλά και για τον υπόλοιπο εξοπλισμό του σταθμού φόρτισης μπορούν να αποτελέσουν αποτελεσματικά εργαλεία και να χρησιμοποιηθούν σε μελέτες που εστιάζουν στη σχεδίαση και τον συντονισμό μονώσεων σύγχρονων δικτύων.

# Σχετικές Δημοσιεύσεις

Το ερευνητικό έργο χρηματοδοτήθηκε μετά από διάκριση σε διεθνή διαγωνισμό της IEEE για εφαρμοσμένη έρευνα στη βιομηχανία.

Ακολουθούν οι σχετικές δημοσιεύσεις:

T. E. Tsovilis, A. Y. Hadjicostas, E. T. Staikos, and G. D. Peppas, "An experimental methodology for modeling surge protective devices: An application to DC SPDs for electric vehicle charging stations," in IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 60, no. 1, pp. 1645-1655, Jan.-Feb. 2024.

E. V. Staikos, A. Y. Hadjicostas, Z. G. Datsios, G. D. Peppas, C. Antrias, K.P. Zagkoumidis, G. Ayfantopoulou, and T. E. Tsovilis, "Surge protection of charging stations against impinging overvoltages due to negative lightning strikes to incoming medium voltage line," in Proc. IEEE IAS Annu. Meet., Nashville, TN, USA, Nov. 2023.

# Καινοτόμες Ιδέες στην Ολογραφία και τις Σύμμορφες Θεωρίες Πεδίου

Αναστάσιος Πέτκου  
Καθηγητής  
Τμήμα Φυσικής  
[petkou@physics.auth.gr](mailto:petkou@physics.auth.gr)





# Σύντομη Περίληψη

Το φυσικό αντικείμενο του έργου αφορούσε ερευνητική δραστηριότητα στην **Ολογραφία και τις Σύμμορφες Θεωρίες Πεδίου**. Από την μια πλευρά επικεντρωθήκαμε στην μελέτη των ολογραφικών ιδιοτήτων θεωριών βαρύτητας στο λεγόμενο Carrollian όριο, δηλαδή στο όριο που η ταχύτητα του φωτός τείνει στο μηδέν. Από την άλλη μεριά, μελετήσαμε Σύμμορφες Θεωρίες Πεδίου σε πεπερασμένη θερμοκρασία, και ειδικότερα τις συναρτήσεις επιμερισμού τους, και τις θερμικές μέσες τιμές των τελεστών τους.

## Πλαίσιο Χρηματοδότησης:

ΕΛΙΔΕΚ, ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΓΑ ΕΛΙΔΕΚ ΓΙΑ ΤΗΝ  
ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΜΕΛΩΝ ΔΕΠ ΑΕΙ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΗΤΩΝ  
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΩΝ ΚΕΝΤΡΩΝ



## Λέξεις Κλειδιά:

conformal field theory, holography

## Διάρκεια Έργου:

18/02/2020- 17/02/2024

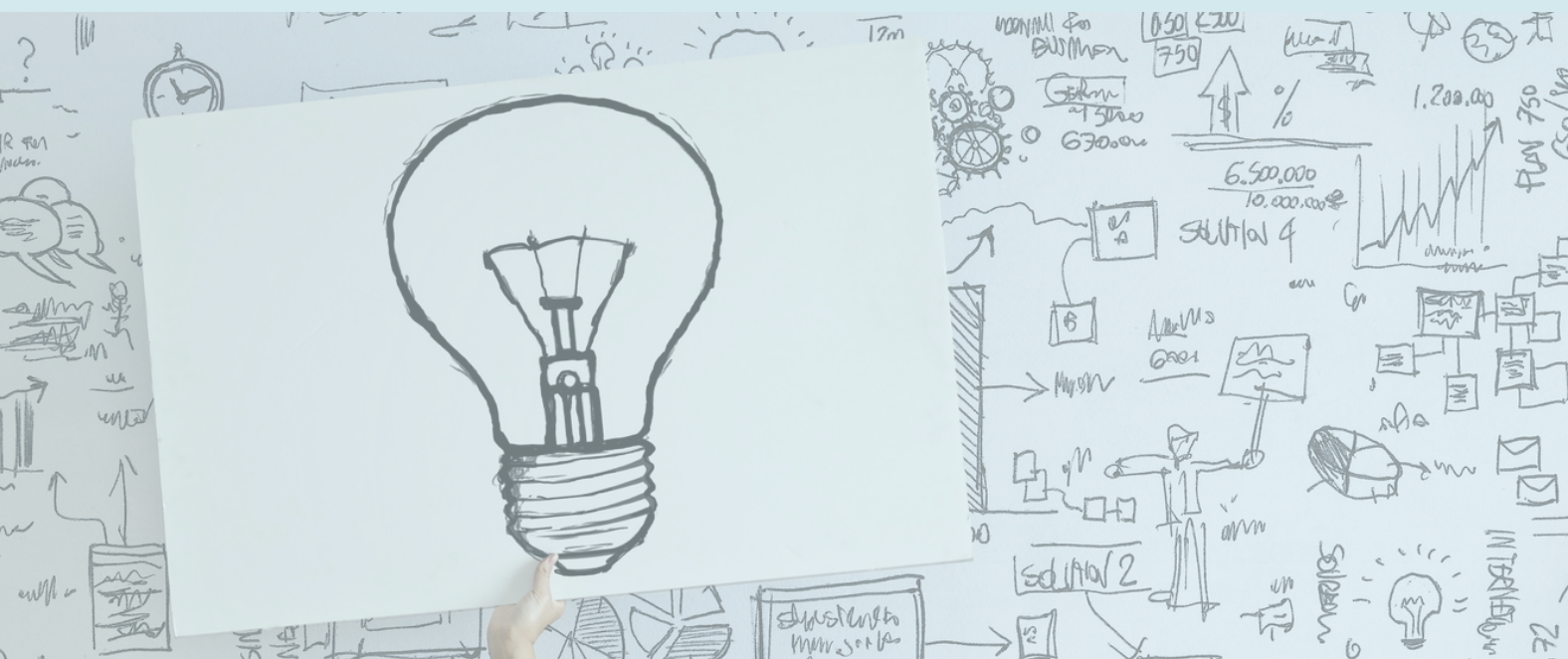
## Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:

**Li Songyuan**, Μεταδιδακτορικός Ερευνητής  
**Vilatte Matthieu**, Υποψήφιος Διδάκτορας

# Ερευνητικά Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα του έργου έχουν δημοσιευθεί στα εγκυρότερα διεθνή περιοδικά με κριτές της θεωρητικής φυσικής. Στην κατεύθυνση της Ολογραφίας μελετήσαμε για πρώτη φορά τα ολογραφικά ρευστά που αντιστοιχούν σε λύσεις της θεωρίας βαρύτητας στο Carrollian όριο όταν η ταχύτητα του φωτός τείνει στο μηδέν. Το νέο αυτό όριο της θεωρία βαρύτητας προτάθηκε σε προηγούμενη εργασία μας ως μια προσέγγιση στο πρόβλημα της ολογραφικής μελέτης της βαρύτητας σε χώρους χωρίς κοσμολογική σταθερά. **Τα αποτελέσματα μας έδωσαν ένα ολογραφικό Carrollian ρευστό, το οποίο έχει κάποιες καινούργιες ιδιότητες όπως για παράδειγμα η αρνητική πίεση η οποία θα μπορούσε να εξηγήσει την σκοτεινή ενέργεια του σύμπαντος.** Άλλη μια νέα ολογραφική ιδιότητα των συστημάτων στο Carrollian όριο είναι μια γενίκευση του διΰσμου ηλεκτρικού-μαγνητικού πεδίου η οποία θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την πειραματική μελέτη των ολογραφικών ρευστών. **Στην κατεύθυνση των Σύμμορφων Θεωριών Πεδίου, ανακαλύψαμε μια νέα αντιστοιχία ανάμεσα στις συναρτήσεις επιμερισμού ελεύθερων κβαντικών θεωριών πεδίου με συναρτήσεις συσχετισμού 4ων σημείων σύμμορφων θεωριών.** Εκ πρώτης όψευς δεν υπάρχει κανένας λόγος την αντιστοιχία αυτή.

Παρόλα αυτά, με την βοήθεια αυτής της αντιστοιχίας μπορούμε να επιβεβαιώσουμε πολύ πιο εύκολα αποτελέσματα αθροίσματος άπειρων όρων συναρτήσεων συσχετισμούς 4ων σημείων σε σύμμορφες θεωρίες πεδίου, τα οποία είχαν βρεθεί πολλά χρόνια πριν με τελείως διαφορετικές μεθόδους. Η νέα αυτή αντιστοιχία φαίνεται να οδηγεί σε μια εντελώς διαφορετική κατανόηση των συμμετριών των σύμμορφων θεωριών βαθμίδος, την οποία σκοπεύουμε να συνεχίσουμε να ερευνούμε.



# Παραδείγματα εφαρμογών

“ Στην κατεύθυνση της Ολογραφίας μελετήσαμε για πρώτη φορά τα ολογραφικά ρευστά που αντιστοιχούν σε λύσεις της θεωρίας βαρύτητας στο Carrollian όριο όταν η ταχύτητα του φωτός τείνει στο μηδέν. ”

Το ερευνητικό έργο είναι καθαρά θεωρητικό και δεν αναμένεται να οδηγήσει άμεσα σε πρακτικές εφαρμογές. Παρόλα αυτά, η μελέτη των Carrollian ρευστών μπορεί να αποδειχθεί χρήσιμη για συστήματα υπερρευστών. Επίσης η αντιστοιχία θερμικών συναρτήσεων συσχετισμού με τις συναρτήσεις συσχετισμού σύμμορφων θεωριών πεδίου μπορεί να αναπτύξει νέες τεχνικές υπολογισμού διαγραμμάτων Feynman που χρησιμεύουν στην φυσική των στοιχειωδών σωματιδίων.

Χρήσιμοι σύνδεσμοι :

<https://petkou.webpages.auth.gr/Xmas22/>

<https://petkou.webpages.auth.gr/Xmas21/>

<https://websites.auth.gr/lthphxmas23/>

<http://quark.itp.tuwien.ac.at/~carroll/thessaloniki2023/Scientific.html>

<https://websites.auth.gr/cft2024/>

# Σχετικές Δημοσιεύσεις

Conformal graphs as twisted partition functions

Manthos Karydas (Illinois U., Urbana (main)), Songyuan Li (Aristotle U., Thessaloniki), Anastasios C. Petkou (Aristotle U., Thessaloniki), Matthieu Vilatte (Aristotle U., Thessaloniki and Ecole Polytechnique, CPHT)

e-Print: 2312.00135 [hep-th].

Relativistic fluids, hydrodynamic frames and their Galilean versus Carrollian avatars

Anastasios C. Petkou (Thessaloniki U.), P. Marios Petropoulos (Ecole Polytechnique, CPHT), David Rivera Betancour (Ecole Polytechnique, CPHT), Konstantinos Siampos (Athens U.)

e-Print: 2205.09142 [hep-th]

DOI: 10.1007/JHEP09(2022)162

Published in: JHEP 09 (2022), 162, JHEP09(2022)162.

Thermal one-point functions and single-valued polylogarithms

Anastasios C. Petkou (Thessaloniki U.)

e-Print: 2105.03530 [hep-th]

DOI: 10.1016/j.physletb.2021.136467 (publication)

Published in: Phys.Lett.B 820 (2021), 136467.