



**ΕΚΕΤΑ**  
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ  
ΕΡΕΥΝΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ  
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



**ΙΔΕΠ**

Ινστιτούτο  
Χημικών  
Διεργασιών και  
Ενεργειακών  
Πόρων

# ΕΚΕΤΑ και Ερευνητική δραστηριότητα ΟΠΥ στην Ελλάδα

**Δρ. Νικόλαος Κούκουζας**

Διευθυντής Ερευνών

Εθνικό Κέντρο Έρευνας & Τεχνολογικής Ανάπτυξης (ΕΚΕΤΑ)

## 1. Το ΕΚΕΤΑ με λίγα λόγια

---

- Το **ΕΚΕΤΑ** ιδρύθηκε το **Μάρτιο του 2000** με έδρα τη Θεσσαλονίκη, είναι Νομικό Πρόσωπο Ιδιωτικού Δικαίου (ΝΠΙΔ), μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα και εποπτεύεται από τη **Γενική Γραμματεία Έρευνας και Καινοτομίας (ΓΓΕΚ)** του Υπουργείου Ανάπτυξης και αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα Ερευνητικά Κέντρα στην Ελλάδα και την Ευρώπη.
- Είναι **1<sup>ο</sup> Ελληνικό ερευνητικό κέντρο σε χρηματοδότηση με 1500 άτομα προσωπικό.**
- Το **Ινστιτούτο Χημικών Διεργασιών και Ενεργειακών Πόρων (ΙΔΕΠ)** είναι ένα από τα πέντε (5) Ινστιτούτα του ΕΚΕΤΑ με κύρια αποστολή τη διεξαγωγή βασικής και εφαρμοσμένης έρευνας στους τομείς της Καθαρής Ενέργειας, του Περιβάλλοντος και του Κλίματος, της Βιώσιμης Ανάπτυξης και της Βιοτεχνολογίας/Βιοϊατρικής.
- Μέρος του ΙΔΕΠ είναι η ομάδα **Geo-Resources, Energy and Environmental Management (GREEN)**
- Στόχος της **ομάδα GREEN** είναι η διευκόλυνση της μετάβασης στη βιώσιμη ενέργεια, η εκμετάλλευση των γεω-πόρων, καθώς και η βελτίωση των περιβαλλοντικών συνθηκών.
- Η ερευνητική εστίαση της **GREEN** είναι κυρίως:
  1. Αντιμετώπιση γεωλογικών θεμάτων που αφορούν την **ενέργεια** και το **περιβάλλον**.
  2. Αντιμετώπιση περιβαλλοντικών ζητημάτων **αποκατάστασης ορυχείων**.
  3. Αντιμετώπιση περιβαλλοντικών ζητημάτων **νερού, αέρα και στερεών ρύπων**.
  4. Προώθηση μιας επιστημονικής προσέγγισης σε **κρίσιμα μέταλλα**.
  5. Ανάπτυξη μεθόδων αποθήκευσης **CO<sub>2</sub>** και **H<sub>2</sub>**.
  6. Επιστημονική προσέγγιση σε θέματα **ευστάθειας πρανών**.

## 2. Επιστημονικό-Ερευνητικό προσωπικό

- Το **ΕΚΕΤΑ** και συγκεκριμένα η ομάδα **GREEN** του **ΙΔΕΠ** απαρτίζεται από επιστήμονες οι οποίοι μέσα από τις προπτυχιακές, μεταπτυχιακές & διδακτορικές τους σπουδές αλλά και τη συνεχή τους κατάρτιση και ενασχόλησή τους με ερευνητικά προγράμματα έχουν εμπειρία σε θέματα ορυκτών πόρων και της επιστήμης της ορυκτολογίας γενικότερα.
- Ενδεικτικά αυτά περιλαμβάνουν:
  - Διερεύνηση ιδιοτήτων **πετρωμάτων** για σκοπούς **αποθήκευσης CO<sub>2</sub> και H<sub>2</sub>**
  - Μελέτη **κλαστικών ιζηματογενών πετρωμάτων**
  - Χρήση **ορυκτών** για **φαρμακευτικούς** σκοπούς
  - Γεωλογικές διαδικασίες και **σπάνιες γαίες (REE)**
  - Μελέτη συγκεντρώσεων **κρίσιμων μετάλλων** και **χρυσού** σε ορυκτά περιοχών της Ελλάδας
  - Μελέτης ιδιοτήτων **εβαποριτών**
  - Μελέτη αποβλήτων από **εξορυκτικές δραστηριότητες**
  - Μελέτη **σιδηρούχων κοιτασμάτων**



Ερευνητική  
ομάδα  
Green  
Αθήνας



Ερευνητική  
ομάδα Green  
Πτολεμαΐδας

## 4. Προγράμματα Χρηματοδότησης

- Η ομάδα **GREEN** του **EKETA** έχει **γνώση στην διαχείριση έργων των ευρωπαϊκών χρηματοδοτούμενων προγραμμάτων** των εξής κατηγοριών:

Research Fund For  
Coal & Steel (RFCS)

Horizon 2020

HORIZON Europe

- Συγκεκριμένα στα προγράμματα **Horizon 2020** η ομάδα έχει εμπλακεί:

Coordination and Support Actions  
(CSA):

δικτύωση ως μέρος προετοιμασίας για  
μελλοντικές συνεργασίες καινοτομίας.

Innovation Actions (IA):

καθιέρωση/ διερεύνηση τεχνολογίας και  
επικύρωση της σε μικρής κλίμακας περιβάλλον.

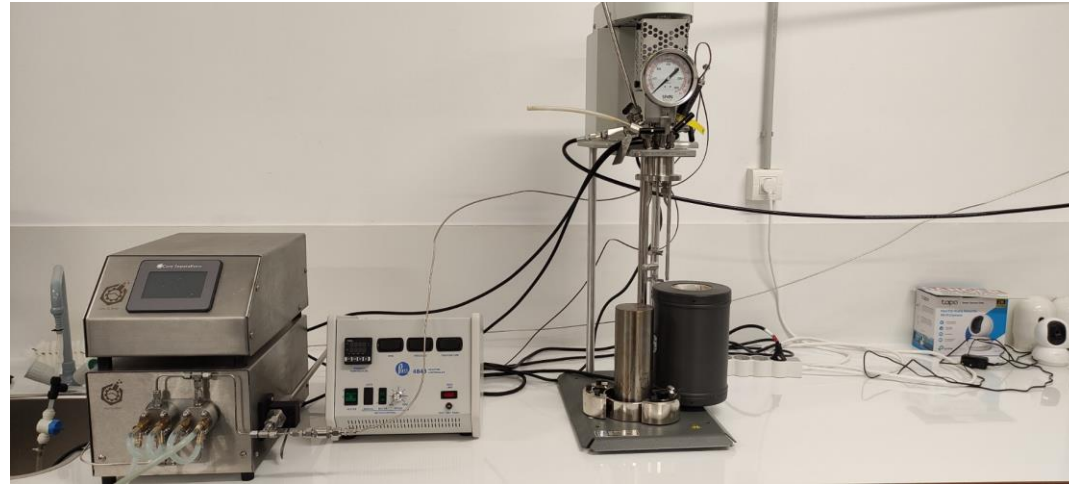
Research and Innovation Actions  
(RIA):

επικύρωση προϊόντων σε μεγάλη κλίμακα και  
διοχέτευσή τους στην αγορά.

## 5. Ευρωπαϊκά Χρηματοδοτούμενα Ερευνητικά Έργα & ΕΚΕΤΑ

### PilotSTRATEGY

- **Διάρκεια:** Μάιος 2021 – Απρίλιος 2026
- **Χρηματοδότηση:** Horizon 2020
- **Εταίροι:** Arverne, Avenia, BRGM, CERTH, CIEMAT, Fraunhofer ISI, GALP, GEOSTOCK, GIG, HHRM, ICS, IFP Energies Nouvelles, IGME, REPSOL, S3, SYMLOG, Universidade de Evora, SCCS (University of Edinburg), Vermilion Energy.
- **Στόχος:** Αξιολόγηση της προοπτικής γεωλογικής αποθήκευσης CO<sub>2</sub> σε βαθείς αλατούχους υδροφόρους ορίζοντες (deep saline aquifers – DSA).
- Στο συγκεκριμένο έργο περιλαμβάνεται υλοποίηση **ορυκτολογικών αναλύσεων** στα πλαίσια πετρολογικού χαρακτηρισμού του ταμιευτήρα CO<sub>2</sub> και του υπερκείμενου αδιαπέρατου πετρώματος.



Αυτόκλειστο για πειράματα αποθήκευσης CO<sub>2</sub> μέσω ορυκτοποίησης



Χαρτογράφηση και δειγματοληψία πετρωμάτων στα πλαίσια του έργου στην περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας

## 5. Ευρωπαϊκά Χρηματοδοτούμενα Ερευνητικά Έργα & ΕΚΕΤΑ

### CONSENSUS

- **Διάρκεια:** Μάιος 2021 – Απρίλιος 2025
- **Χρηματοδότηση:** Horizon 2020
- **Εταίροι:** New Energy Coalition, WETSUS, COVAL Energy, University of Groningen, Heriot Watt University, BGS, RGU, DTU, EPG, CERTH, Net Zero Technology Centre, GEUS, OMV Petrom, Grecian Magnesite, AALBORG Portland, DGC, University of Calgary, Shanghai Jiao Tong University, Zhejiang University.
- **Στόχος:** Δημιουργία CCUS Clusters για επίτευξη δέσμευσης, επαναχρησιμοποίησης και αποθήκευσης του εκπεμπόμενου CO<sub>2</sub> από βιομηχανίες τσιμέντου, μαγνησίας και διυλιστήρια.
- Χρήση **ορυκτολογικών και γεωχημικών αναλύσεων** για προσδιορισμό μεταβολών του πορώδους και της περατότητας σε ταμειυτήρες CO<sub>2</sub>.



### Greece



Satellite view of the Yerakini Mine in Chalkidiki, Greece, operated by Grecian Magnesite. The unit will be installed close to Rotary Kiln No.3, in the red squared area. The long-term test cycles will focus on solvent stability and accumulation of unwanted residues. The scope of the long-term test cycles is to perform >1000 h tests.

Πηγή: <https://consensus.eu/demonstrations/>

## 5. Ευρωπαϊκά Χρηματοδοτούμενα Ερευνητικά Έργα & ΕΚΕΤΑ

### ATLANTIS

- **Διάρκεια:** Σεπτέμβριος 2021 – Αύγουστος 2024
- **Χρηματοδότηση:** RFCS
- **Εταίροι:** GFZ German, CERTH, PPC, GIG, PGE, Technical University of Berlin.
- **Στόχος:** Τεχνο-οικονομική μελέτη της μετατροπής επιφανειακών ανθρακωρυχείων σε υβριδικές εγκαταστάσεις αποθήκευσης ενέργειας. Ανάπτυξη υβριδικών συστημάτων με αντλησιοταμίευση υδροηλεκτρικής ενέργειας.
- Στα πλαίσια του συγκεκριμένου έργου πραγματοποιήθηκε **ορυκτολογικός χαρακτηρισμός** των λιγνιτικών αποβλήτων.



Δειγματοληψία και μετρήσεις στα πλαίσια του έργου στην περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας από μέλη της ομάδας GREEN του ΕΚΕΤΑ-ΙΔΕΠ

## 5. Ευρωπαϊκά Χρηματοδοτούμενα Ερευνητικά Έργα & ΕΚΕΤΑ

### CEEGS

- **Διάρκεια:** Νοέμβριος 2022 – Οκτώβριος 2025
- **Χρηματοδότηση:** Horizon 2020
- **Εταίροι:** University of Seville, CERTH, EFG, HZDR, CSIC, GFZ German, CIEMAT, ICS, Converge, ELPE.
- **Στόχος:** σύστημα αποθήκευσης ανανεώσιμης ενέργειας με γεωλογική αποθήκευση CO<sub>2</sub> και παραγωγή γεωθερμικής ενέργειας.
- Στη διάρκεια του έργου θα πραγματοποιηθεί μοντελοποίηση χρησιμοποιώντας **ορυκτολογικά δεδομένα**, μεταξύ άλλων, για τη μελέτη των μεταβολών στη σύνθεση των ρευστών κατά τη γεωλογική αποθήκευση CO<sub>2</sub>.



Παρουσίαση του έργου CEEGS στο 36<sup>ο</sup> ευρωπαϊκό συνέδριο ECOS στην Πολωνία (2023). Πηγή: <https://ceegsproject.eu/2023/09/08/ceegs-presented-at-the-36th-edition-of-ecos/>



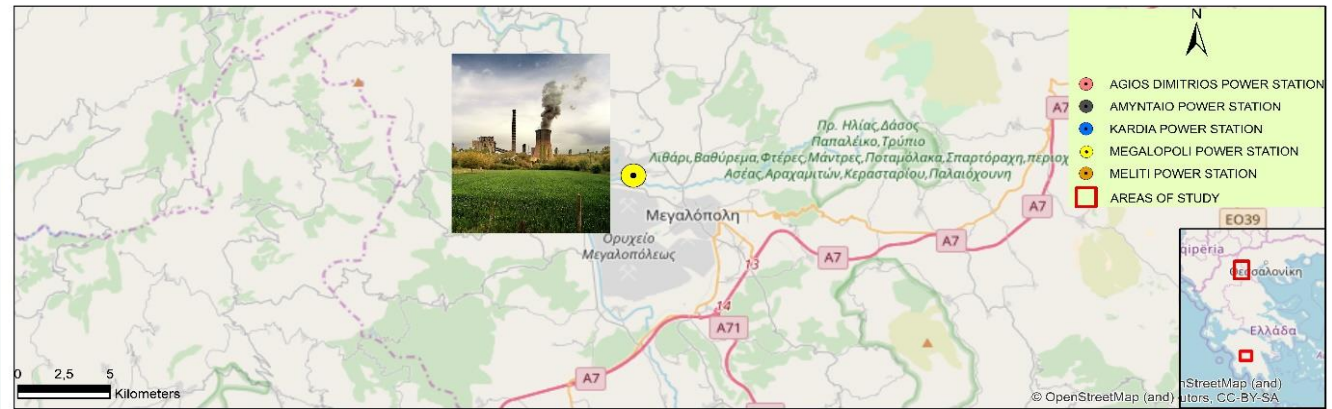
Συμμετοχή του ΕΚΕΤΑ σε εκδήλωση στα πλαίσια του έργου CEEGS



# 5. Ευρωπαϊκά Χρηματοδοτούμενα Ερευνητικά Έργα & ΕΚΕΤΑ

## COALBYPRO

- **Διάρκεια:** Ιούλιος 2017 – Ιούνιος 2020
- **Χρηματοδότηση:** RFCS
- **Εταίροι:** CERTH, UJV, VUHU, GIG, Vysoka Skola Chemicko-Technologicka v Praze, Technische Universitaet Bergakademie Freiberg.
- **Στόχος:** Αξιοποίηση της υπτάμενης τέφρας για σύνθεση ζεολίθων και εφαρμογή τους στη δέσμευση CO<sub>2</sub> μέσω ορυκτοποίησης → ελαχιστοποίηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων των διεργασιών καύσης γαιανθράκων και περιβαλλοντική διαχείριση παλιών ανθρακωρυχείων.
- Στο έργο αυτό πραγματοποιήθηκαν **ορυκτολογικές αναλύσεις** πριν και μετά την εισαγωγή του CO<sub>2</sub>, στα πλαίσια της αξιολόγησης των προϊόντων.



Περιοχές δειγματοληψίας υπτάμενης τέφρας στη Δυτική Μακεδονία και Μεγαλόπολη

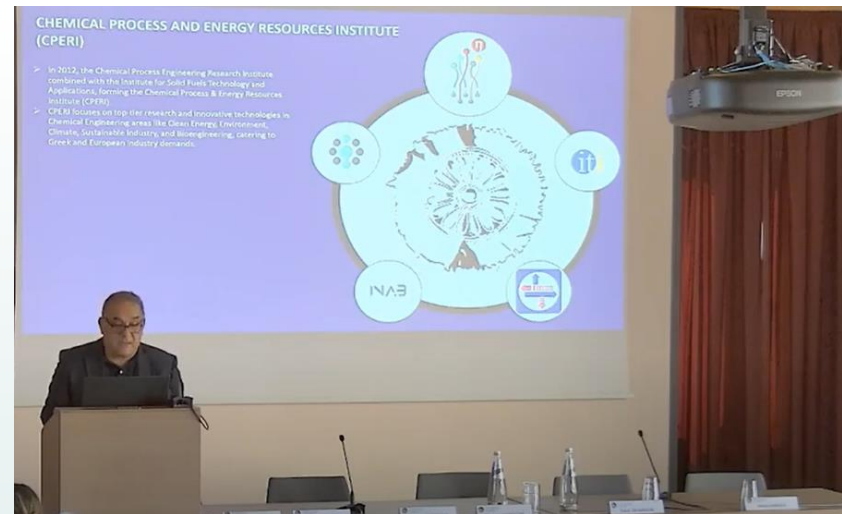


## 6. Συμμετοχή σε δίκτυα

Το ΕΚΕΤΑ συμμετέχει ενεργά στα Ευρωπαϊκά δίκτυα **CO2GeoNet** και **ENeRG**, τα οποία προωθούν την έρευνα, τον διάλογο και τη συμμετοχή σε projects που σχετίζονται με ορυκτούς πόρους.



Συμμετοχή αντιπροσωπείας του ΕΚΕΤΑ σε workshop του ENeRG



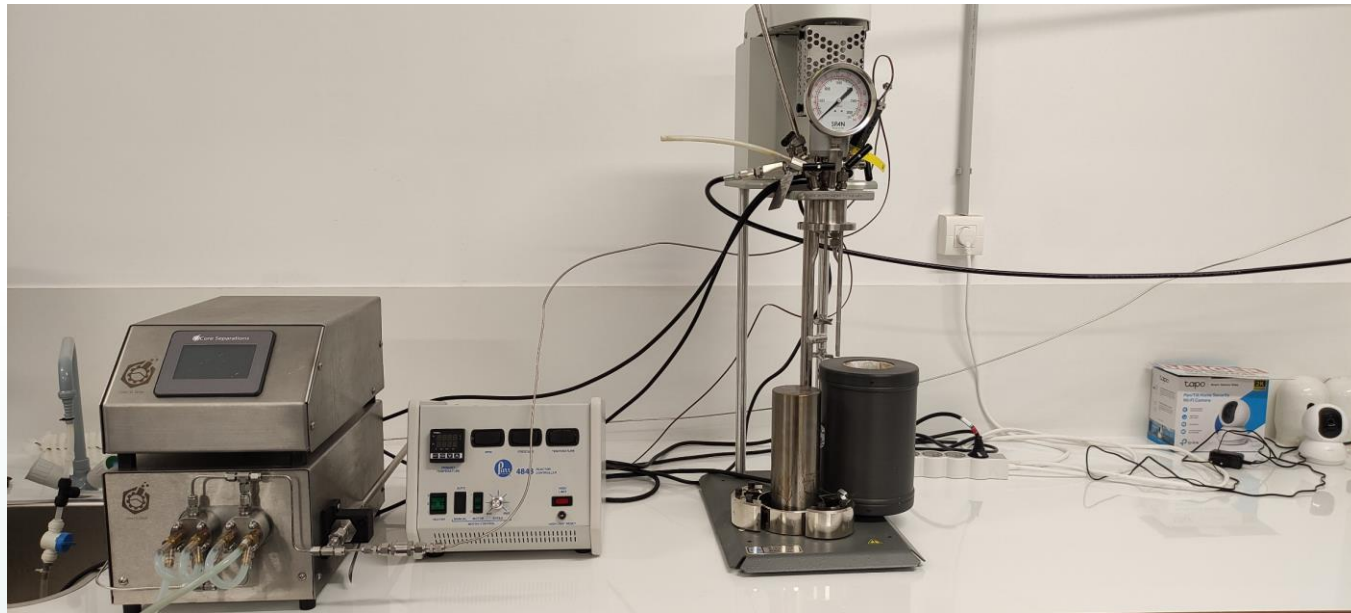
Συμμετοχή του ΕΚΕΤΑ σε workshop του CO2GeoNet, Οκτώβριος 2023

## 7. Εργαστηριακός Εξοπλισμός & Αναλυτικές Δυνατότητες

Πετρογραφικές αναλύσεις	<ul style="list-style-type: none"><li>• Οπτικό μικροσκόπιο</li></ul>
Ορυκτολογικές αναλύσεις	<ul style="list-style-type: none"><li>• XRD</li><li>• SEM-EDS (παρατήρηση ανάγλυφου/επιφανείας)</li><li>• TEM</li></ul>
Γεωχημικές αναλύσεις	<ul style="list-style-type: none"><li>• ICP-MS</li><li>• XRF</li><li>• SEM-EDS (σημειακές αναλύσεις)</li></ul>
Μέτρηση πίεσης & θερμοκρασίας	<ul style="list-style-type: none"><li>• Αυτόκλειστο</li></ul>
Μέτρηση Πορώδους	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ποροσίμετρο Αζώτου</li></ul>

## 8. Εξοπλισμός Εργαστηρίων

Όργανο	Εταιρία	Μοντέλο	Εύρος ορίων ανιχνευσιμότητας	Ανιχνεύσιμα στοιχεία	Μη-ανιχνεύσιμα στοιχεία
XRF	Bruker	S8 Tiger	Low-ppm	Li έως U	H, C, N, O, F, Cl, He, Ne, Ar, Kr, Xe
Αυτόκλειστο	Parr	Series 4560 600mL	-	-	-



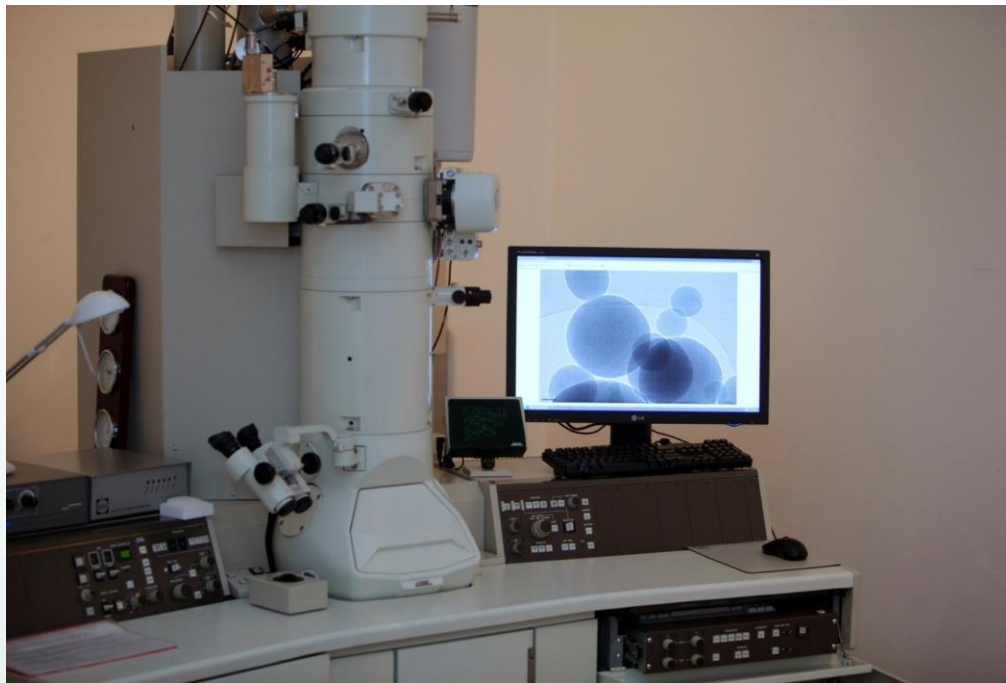
Αυτόκλειστο ορυκτοποίησης CO<sub>2</sub>



XRF

## 8. Εξοπλισμός Εργαστηρίων

Όργανο	Εταιρία	Μοντέλο	Χρήση
SEM	JEOL Ltd. (Tokyo, Japan)	JSM-IT500LV	Παρατηρήσεις επιφάνειας / ανάγλυφου & στοιχειακές αναλύσεις
EDS (αναλυτής του SEM)	Oxford	AZTEC- X-Act	
Ποροσίμετρο Αζώτου	Quantachrome	Tristar 3000/ Tristar II Plus	Μέτρηση πορώδους, ειδικής επιφάνειας, όγκου και δομής πόρων
TEM	JEOL Ltd. (Tokyo, Japan)	JEM-2011-HR	Μετρήσεις σε νανο-υλικά



SEM



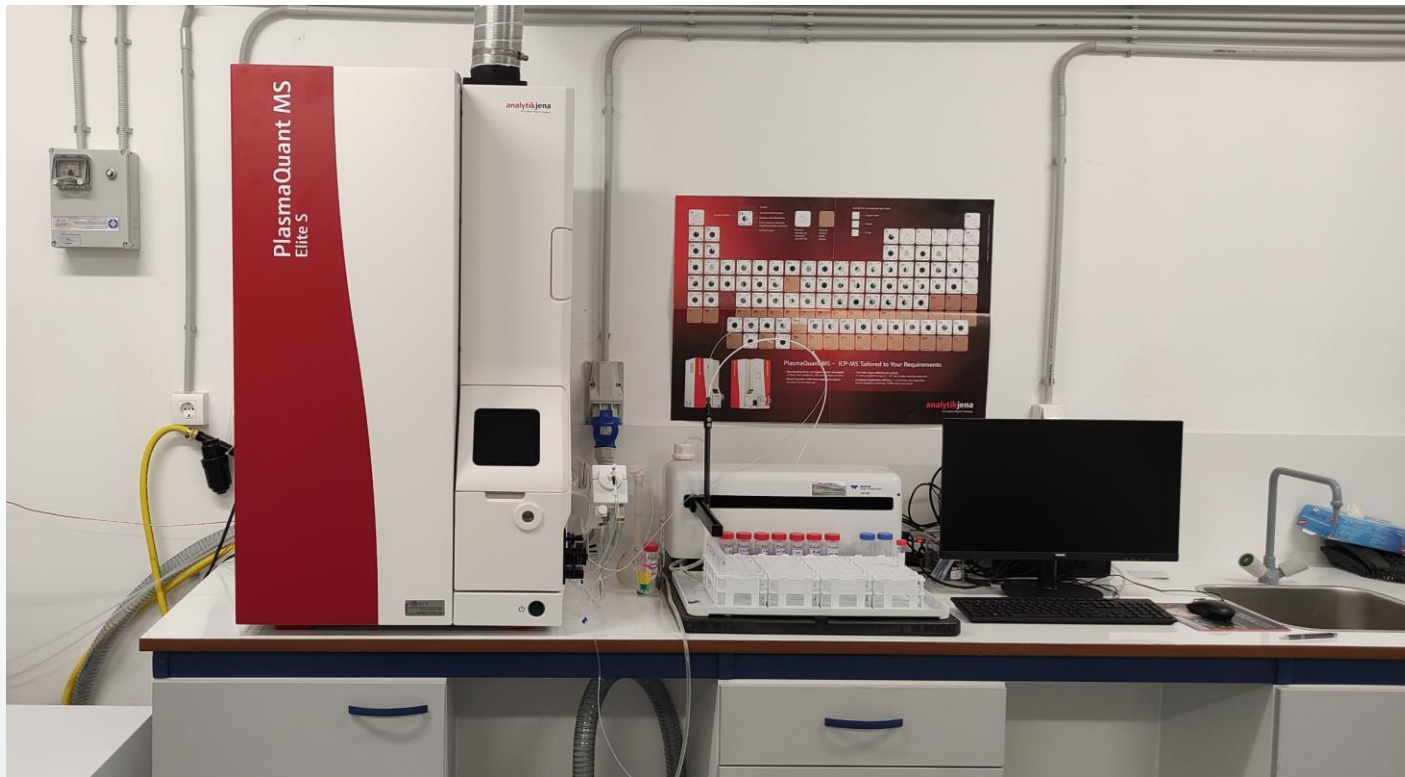
N<sub>2</sub>-ποροσιμετρία



TEM

## 8. Εξοπλισμός Εργαστηρίων

Όργανο	Εταιρία	Μοντέλο	Εύρος ορίων ανιχνευσιμότητας	Ανιχνεύσιμα στοιχεία	Μη-ανιχνεύσιμα στοιχεία
ICP-MS	Analytik Jena	PlasmaQuant MS elite S	Sub-ppt	Na έως U	H έως Ne
XRD	Bruker	D8 Advance	-	-	-



Επάνω: ICP-MS  
Δεξιά: XRD

## 9. Δημοσιεύσεις

### A. Χρήση βασαλτικών πετρωμάτων Βόλου για αποθήκευση CO<sub>2</sub>

- Προκαταρκτική μελέτη για την καταλληλότητα χρήσης των ηφαιστειακών (βασαλτικών) πετρωμάτων του Βόλου για αποθήκευση CO<sub>2</sub> μέσω ορυκτοποίησης (CO<sub>2</sub>-mineralization).
- Η μελέτη αφορούσε τις περιοχές Μικροθήβες και Πορφύριο πλησίον της βιομηχανικής ζώνης του Βόλου.
- Οι ορυκτολογικές, ορυκτοχημικές και φυσικές ιδιότητες ιδιότητες των βασαλτικών πετρωμάτων έδειξε ότι μπορούν να αποθηκεύσουν περίπου 85.000 τόνους CO<sub>2</sub> μέσω ορυκτοποίησης.



Article

#### Potential for Mineral Carbonation of CO<sub>2</sub> in Pleistocene Basaltic Rocks in Volos Region (Central Greece)

Nikolaos Koukoulas<sup>1,\*</sup>, Petros Koutsovitis<sup>2</sup>, Pavlos Tyrologou<sup>1,3</sup>, Christos Karkalis<sup>1,3</sup> and Apostolos Arvanitis<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Centre for Research and Technology, 15125 Hellas (CERTH), Greece; tyrologou@certh.gr (P.T.);

karkalis@certh.gr (C.K.)

<sup>2</sup> Section of Earth Materials, Department of Geology, University of Patras, GR-265 00 Patras, Greece;

pkoutsovitis@upatras.gr

<sup>3</sup> Department of Mineralogy and Petrology, Faculty of Geology and Geoenvironment, National and Kapodistrian University of Athens, Zografou, P.C. 15784 Athens, Greece

<sup>4</sup> Hellenic Survey of Geology and Mineral Exploration (HSGME), 13677 Attica, Greece; arvanitis@igme.gr

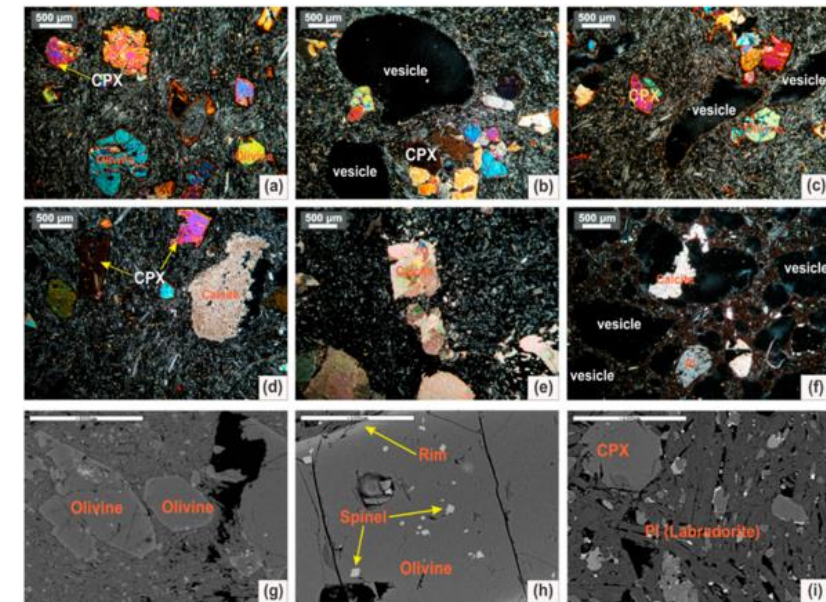
\* Correspondence: koukoulas@certh.gr; Tel.: +30-211-106-9502

Received: 30 August 2019; Accepted: 8 October 2019; Published: 11 October 2019



**Abstract:** Pleistocene alkaline basaltic lavas crop out in the region of Volos at the localities of Microthives and Porphyrio. Results from detailed petrographic study show porphyritic textures with varying porosity between 15% and 23%. Data from deep and shallow water samples were analysed and belong to the Ca-Mg-Na-HCO<sub>3</sub>-Cl and the Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> hydrochemical types. Irrigation wells have provided groundwater temperatures reaching up to ~30 °C. Water samples obtained from depths ranging between 170 and 250 m. The enhanced temperature of the groundwater is provided by a recent-inactive magmatic heating source. Comparable temperatures are also recorded in adjacent regions in which basalts of similar composition and age crop out. Estimations based on our findings indicate that basaltic rocks from the region of Volos have the appropriate physicochemical properties for the implementation of a financially feasible CO<sub>2</sub> capture and storage scenario. Their silica-undersaturated alkaline composition, the abundance of Ca-bearing minerals, low alteration grade, and high porosity provide significant advantages for CO<sub>2</sub> mineral carbonation. Preliminary calculations suggest that potential pilot projects at the Microthives and Porphyrio basaltic formations can store 64,800 and 21,600 tons of CO<sub>2</sub>, respectively.

**Keywords:** basalts; carbonation; CO<sub>2</sub> storage; hydrochemistry; regional heat flow



Πηγή: Koukoulas et al., 2019 (Minerals, MDPI)

## 9. Δημοσιεύσεις

### Β. Μελέτη των γεωχημικών παραμέτρων σπανίων γαιών (REE) σε απορρίμματα εξορυκτικών δραστηριοτήτων

- Η μελέτη έλαβε υπόψη παραπροϊόντα από: εξορυκτικές δραστηριότητες λιγνίτη, καύση λιγνίτη (τέφρα), υπολείμματα εξόρυξης βωξίτη, φωσφορικά πετρώματα, άλλα είδη (π.χ. πορφυρικά, επιθερμικά κ.α.)

- Περιλαμβάνει και δείγματα από το project COALBYPRO



Review

#### Geochemical Occurrence of Rare Earth Elements in Mining Waste and Mine Water: A Review

Konstantina Pyrgaki <sup>1,\*</sup>, Vasiliki Gemeni <sup>1</sup>, Christos Karkalis <sup>1</sup>, Nikolaos Koukouzas <sup>1</sup>, Petros Koutsovitis <sup>2</sup> and Petros Petrounias <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centre for Research & Technology, Hellas (CERTH), 52 Egialias, Marousi, GR-15125 Athens, Greece; gemeni@certh.gr (V.G.); karkalis@certh.gr (C.K.); koukouzas@certh.gr (N.K.)

<sup>2</sup> Department of Geology, Section of Earth Materials University of Patras, GR-26504 Patras, Greece; pkoutsovitis@upatras.gr (P.K.); Geo.plan@outlook.com (P.P.)

\* Correspondence: pyrgaki@certh.gr

**Abstract:** Mining waste, processing by-products and mine water discharges pose a serious threat to the environment as in many cases they contain high concentrations of toxic substances. However, they may also be valuable resources. The main target of the current review is the comparative study of the occurrence of rare earth elements (REE) in mining waste and mine water discharges produced from the exploitation of coal, bauxite, phosphate rock and other ore deposits. Coal combustion ashes, bauxite residue and phosphogypsum present high percentages of critical REEs (up to 41% of the total REE content) with ΣREE content ranging from 77 to 1957.7 ppm. The total REE concentrations in mine discharges from different coal and ore mining areas around the globe are also characterised by a high range of concentrations from 0.25 to 9.8 ppm and from 1.6 to 24.8 ppm, respectively. Acid mine discharges and their associated natural and treatment precipitates seem to be also promising sources of REE if their extraction is coupled with the simultaneous removal of toxic pollutants.



Citation: Pyrgaki, K.; Gemeni, V.; Karkalis, C.; Koukouzas, N.

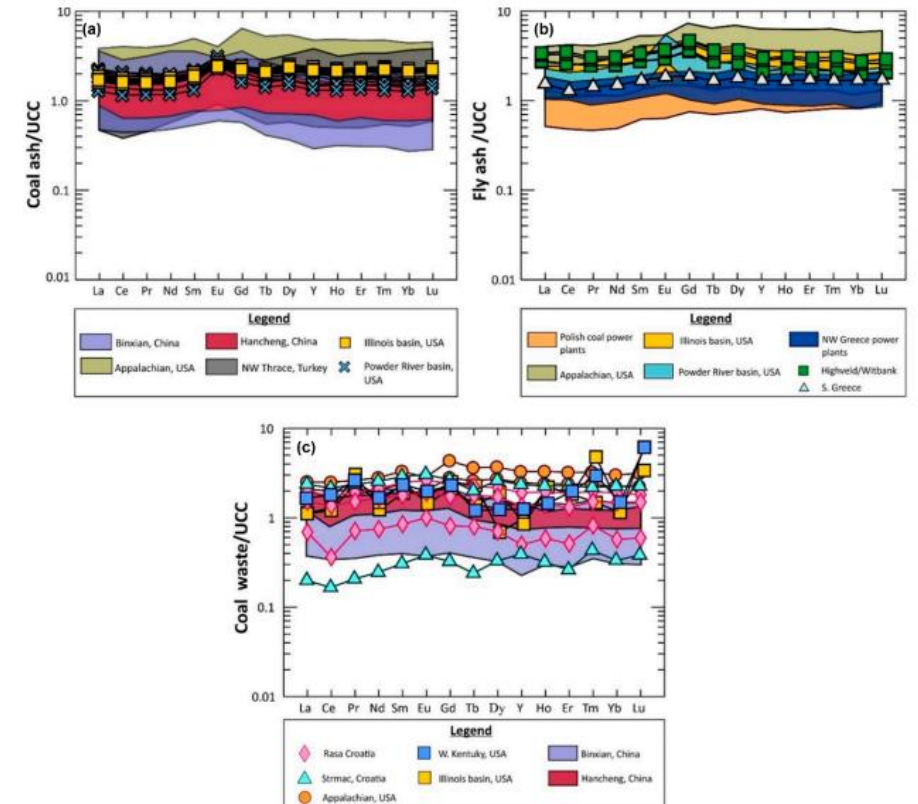


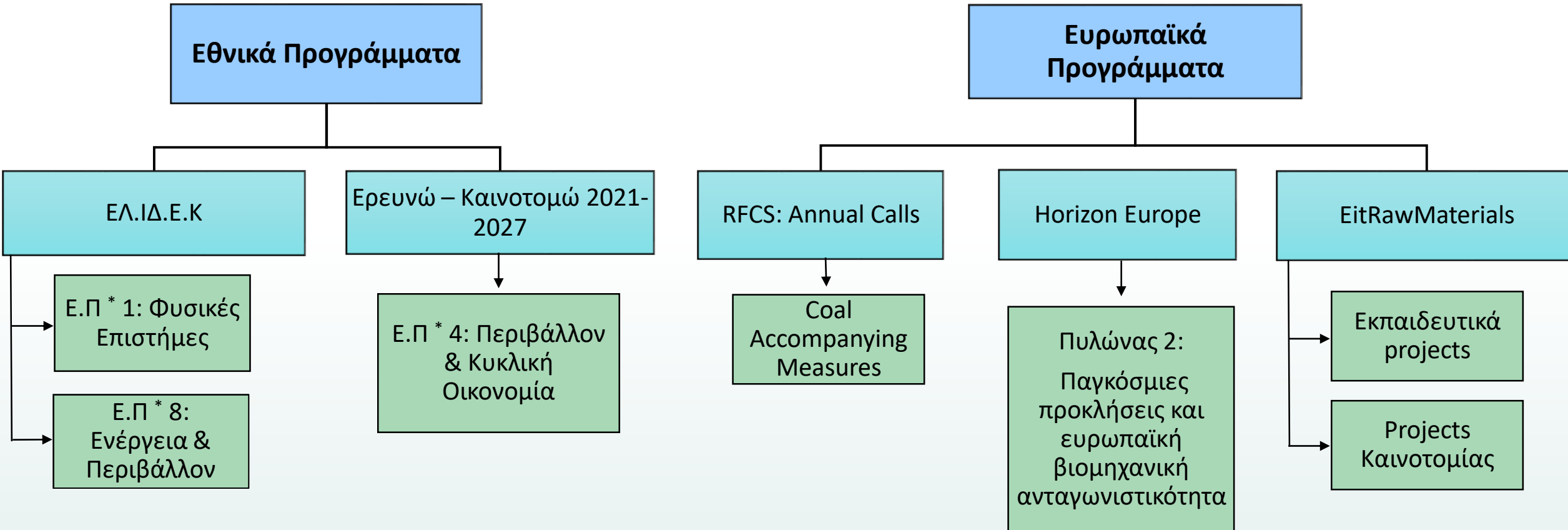
Figure 2. Upper Continental Crust (UCC) normalised-REE patterns of: (a) coal ash [22,23,27], (b) fly ash [13,23], (c) coal waste [18,22,23,29]. Normalisation factors after Taylor and McLennan [15].

Πηγή: Pyrgaki et al., 2021 (Minerals, MDPI)



## 10. Μελλοντικά Χρηματοδοτούμενα Εργαλεία

Για την ανάληψη νέων ερευνητικών έργων που θα βοηθήσουν στην διερεύνηση των ΟΠΥ, χρηματοδοτούμενα εργαλεία που μπορούν να στηρίξουν την υλοποίησή τους είναι:



# Σας ευχαριστώ!



Δρ. Νικόλαος Κούκουζας



+30 211 1069502



koukouzas@certh.gr



<https://www.cperi.certh.gr/>