



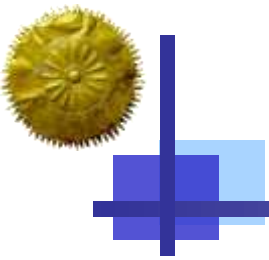
Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης (ΕΚΕΤΑ)



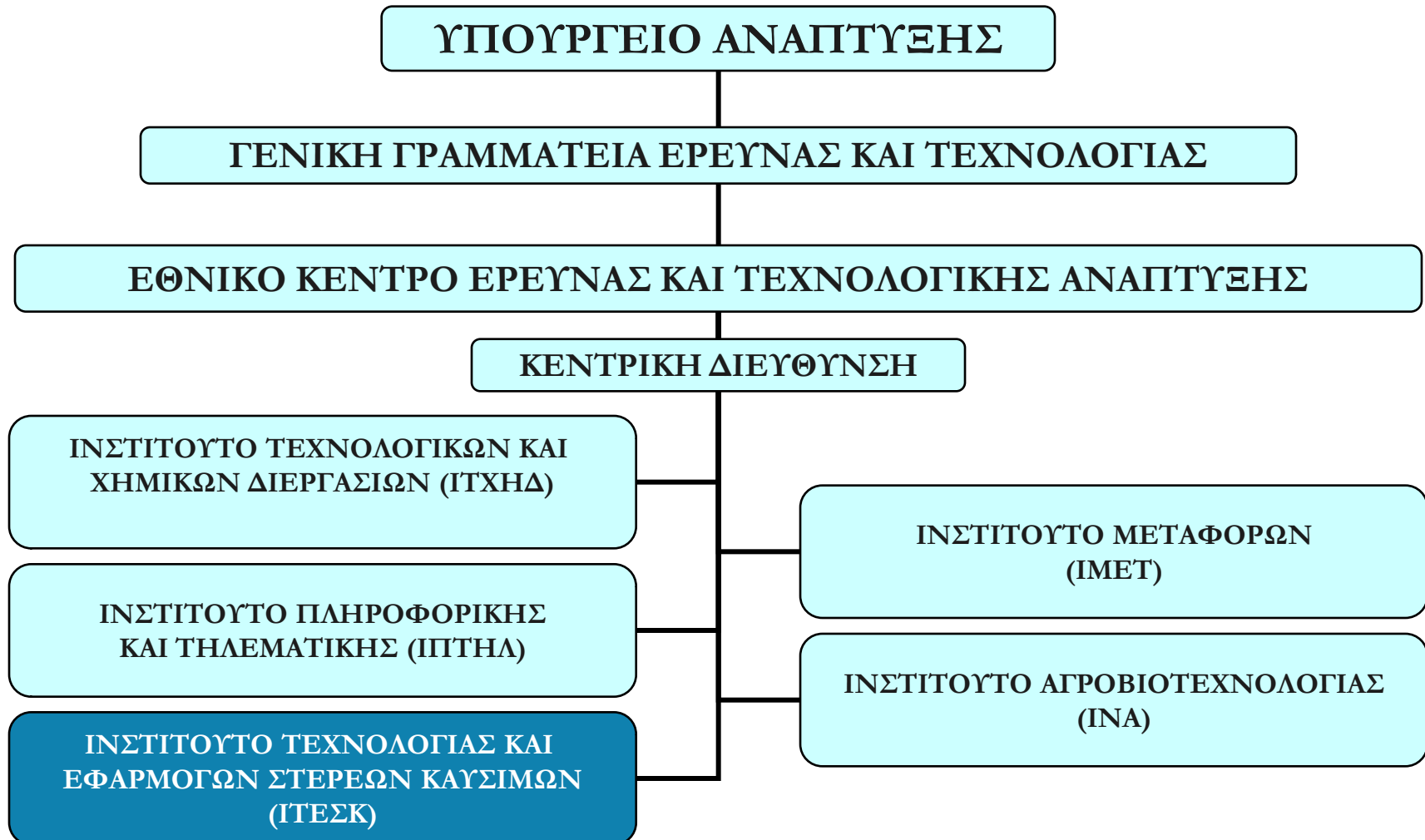
Ινστιτούτο Τεχνολογίας και Εφαρμογών Στερεών Καυσίμων (ΙΤΕΣΚ)

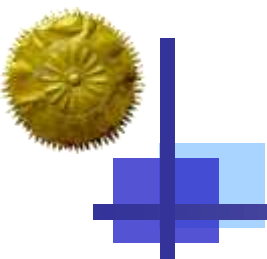
Δρ. Νικόλαος Κούκουζας
Δ/ντής Ερευνών ΕΚΕΤΑ / ΙΤΕΣΚ

2^ο Συνέδριο ΕΒΙΠΑΡ, Αιανή Κοζάνης, 1-3 Ιουνίου 2009



Οργανωτική και Διοικητική Δομή

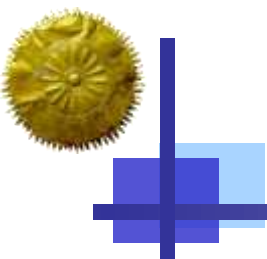




Αντικείμενα Έρευνας & Τεχνολογικής Ανάπτυξης



- ✓ Ανάπτυξη τεχνολογιών εξόρυξης άνθρακα και χρήσης παραπροϊόντων του
- ✓ Καθαρές τεχνολογίες και τεχνολογίες δέσμευσης, μεταφοράς και γεωλογικής αποθήκευσης CO₂
- ✓ Εξοικονόμηση ενέργειας & βελτίωση της λειτουργίας ηλεκτροπαραγωγικών μονάδων
- ✓ Εναλλακτικά καύσιμα – Νέες τεχνολογίες παραγωγής τους
- ✓ Εφαρμογές περιβαλλοντικά φιλικών τεχνολογιών ενεργειακής αξιοποίησης συμβατικών καυσίμων



Δραστηριότητες



Έρευνα και Τεχνολογική Ανάπτυξη (E&T)

- Συμμετοχή σε ολοκληρωμένα έργα και έργα έρευνας για το CO₂ και το H₂ 6^ο Π.Π. της Ε.Ε. - Ταμείο Έρευνας Άνθρακα και Χάλυβα (RFCS)
- Διερεύνηση των δυνατοτήτων ανάπτυξης νέων τεχνολογιών «φιλικών» προς το περιβάλλον

Παροχή Υπηρεσιών

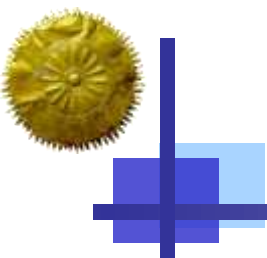
- Συμβουλευτικές υπηρεσίες για την εφαρμογή νέων ενεργειακών τεχνολογιών
- Μετρήσεις λειτουργικών μεγεθών και ρυπαντών σε ΑΗΣ

Συμμετοχές σε Συμβουλευτικά Όργανα της ΕΕ

- Coal Advisory Group (COG) – RFCS , 7th Framework Programme - Energy Committee, Technology Platform for Zero Emission Power Plant

Διεθνείς Συνεργασίες

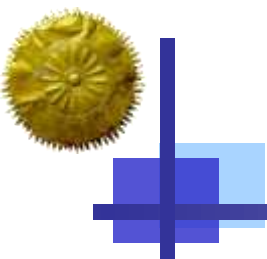
- Επιτροπές της IEA
- Περισσότεροι από 40 οργανισμοί σε 20 χώρες παγκοσμίως



Επιστημονικό Έργο



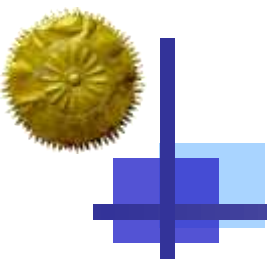
- **Κέντρο Επιστημονικής Αριστείας σύμφωνα με αξιολογητές διεθνούς κύρους, οι οποίοι κατέταξαν το ΙΤΕΣΚ στην τρίτη θέση των ελληνικών Ινστιτούτων (2005)**
- **Συνολικός αριθμός δημοσιεύσεων (από το 2000)** 390
 - Διεθνή περιοδικά 91
 - Ελληνικά περιοδικά 22
 - Πρακτικά συνεδρίων 249
 - Βιβλία 12
 - Δημοσιεύσεις ΙΤΕΣΚ 16
 - Ετερο-αναφορές 283
- **Διεθνή Συνέδρια και Ημερίδες που διοργανώθηκαν από το ΙΤΕΣΚ** 9



Ερευνητικά Έργα σε εξέλιξη (1)



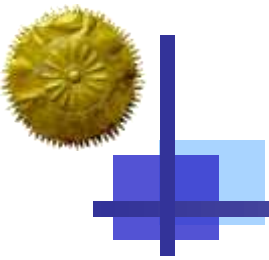
a/a	Επιβλέπουσα Αρχή / Πρόγραμμα	Κωδικός Συμβολαίου	Τίτλος Έργου	Διάρκεια	Προϋπολογισμός / Επιδότηση (EUR)
1	EC DG Research / RFCS	RFC-CR-03009	Upgrading of high moisture, low rank coals to hydrogen and methane (C2H)	01.01.04-28.02.07	231.933 / 139.160
2	EC DG Research / RFCS	RFC-CR-03008	Assessment of options for CO ₂ capture and geological sequestration (ASSOCOGS)	01.09.03-28.02.07	297.000 / 178.200
3	EC DG Research / IP	PL-502666	Enhanced Capture of CO ₂ (ENCAP)	01.01.04-31.12.08	400.000 / 250.000
4	EC DG TR-EN / FP6	FP6-510222	Promotion of an Integrated European and National R&D Initiative for Fossil Energy Technologies towards Zero Emission Power Plant	01.11.03-31.10.04	ERA net Interested Party
5	EC DG Research / RFCS	RFC-CR-04007	Zero “dioxin” releases in coal combustion and coal/organic waste co-combustion processes (NoDioxComb)	01.12.04 – 31.05.08	224.374 / 134.624
6	EC DG Research / RFCS	RFCR-CT-2005-00009	Utility scale CFB for competitive coal power (CFB800)	01.09.05-31.08.08	350.051 / 210.031
7	EC DG Research	STREP-019761	Advanced Biomass Gasification for High-Efficiency Power (BiGPower)	01.10.05-30.09.08	225.960 / 114.480
8	EC DG Research	ERAC-016210	R&D Initiative for Fossil Energy Technologies towards Zero Emission Power Plant (FENCO-ERA.NET)	01.06.05-31.05.09	390.240 / 390.240
9	EC DG TREN	TREN/05/FP6EN/S07.56209/019886	Early Market Introduction of New Energy Technologies in liaison with science and industry (EMINENT)	01.05.06-31.10.08	89.720 / 52.800
10	EC DG Research	RFCR-CT-2006-00008	Intelligent monitoring and selective cleaning control of deposits in pulverised coal boilers (Clean Selective)	01.07.06- 30.06.09	250.002 / 150.001
11	EC DG Research	RFCR-CT-2006-00006	Abatement of Emission of Trace Pollutants by FGD from co-combustion and environmental characteristics of by-products (ABETRAP)	01.07.06-30.06.09	340.974 / 204.584



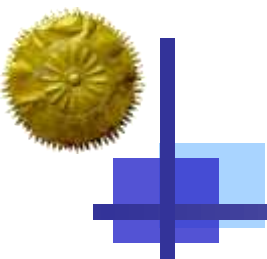
Ερευνητικά Έργα σε εξέλιξη (2)



α/α	Επιβλέπουσα Αρχή / Πρόγραμμα	Κωδικός Συμβολαίου	Τίτλος Έργου	Διάρκεια	Προϋπολογισμός / Επιδότηση (EUR)
12	EC DG Research	RFCR-CT-2006-00003	Hydrogen separation in advanced gasification processes (HYDROSEP)	01.07.06-30.06.09	278.575 / 167.145
13	EC DG Research	RFCR-CT-2006-00011	CO ₂ Emission Reduction through Combustion Optimisation Technologies at coal-fired power plants (CERCOT)	01.07.06-30.06.09	280.316,86 / 112.126,74
14	ΓΓΕΤ / Διακρατικές Συνεργασίες	05NON-EU-224	Definition of mineral matter in Greek and Australia coal	01.01.06- 31.12.07	60.000 / 46.000
15	ΓΓΕΤ / Διακρατικές Συνεργασίες	05NON-EU-245	Carbon Dioxide (CO ₂) Mineralization	01.01.06- 31.12.07	60.000 / 46.000
16	ΓΓΕΤ / Διακρατικές Συνεργασίες	-	Assessment of CO ₂ geological storage potential in Greece and in the Czech Republic	01.01.06- 31.12.07	11.740 / 11.740
17	ΓΓΕΤ / Διακρατικές Συνεργασίες	-	Gasification of Biomass and wastes in existing coal-fired power plants	01.01.06- 31.12.07	11.740 / 11.740
18	ΓΓΕΤ / Διακρατικές Συνεργασίες	05NON-EU-86	Investigation of the mechanical and chemical stability of CO ₂ absorbents during the thermal conversion of brown coals	01.01.06- 31.12.07	60.000 / 60.000
19	ΓΓΕΤ / Διακρατικές Συνεργασίες	05NON-EU-92	“Co-combustion Behaviour of Secondary Fuels (Biomass and Solid Recovered Fuels) with Coal for Power Generation”	01.01.06- 31.12.07	60.000 / 55.000
20	ΥΠ.ΑΝ. / Ε.Π.ΑΝ.	-	Αριστεία: Ένα εργαλείο Ανάπτυξης	01.01.06-31.12.07	866.666 / 866.666
21	Περιφέρεια Δ. Μακεδονίας / ΠΕΠ Δ. Μακεδονίας	ΚΩΔΙΚΟΣ MIS: 105550	Ανάπτυξη Τεχνολογίας για την παραγωγή «Καθαρών» Στερεών Καυσίμων από Λιγνίτες & Απόβλητα	01.01.06- 30.04.07	125.000 / 125.000



Προϊόντα Αποθείωσης Καυσαερίων (Flue Gas Desulphurization)



Ορυκτολογικές και χημικές ιδιότητες της FGC γύψου από τη Φλώρινα



Σκοπός:

Προσδιορισμός χημικής και ορυκτολογικής σύστασης της FGC (FlueGas Desulphurization) γύψου που παράγεται από τον ΑΗΣ Μελίτης (330MW) στην περιοχή της Φλώρινας, ΒΔ Ελλάδα, για την πιθανή χρήση της στη βιομηχανία παραγωγής τσιμέντου.

Πραγματοποιήθηκαν ορυκτολογικές και microprobe αναλύσεις σε δείγματα γύψου που συλλέχθηκαν από την εγκατάσταση αποθείωσης.

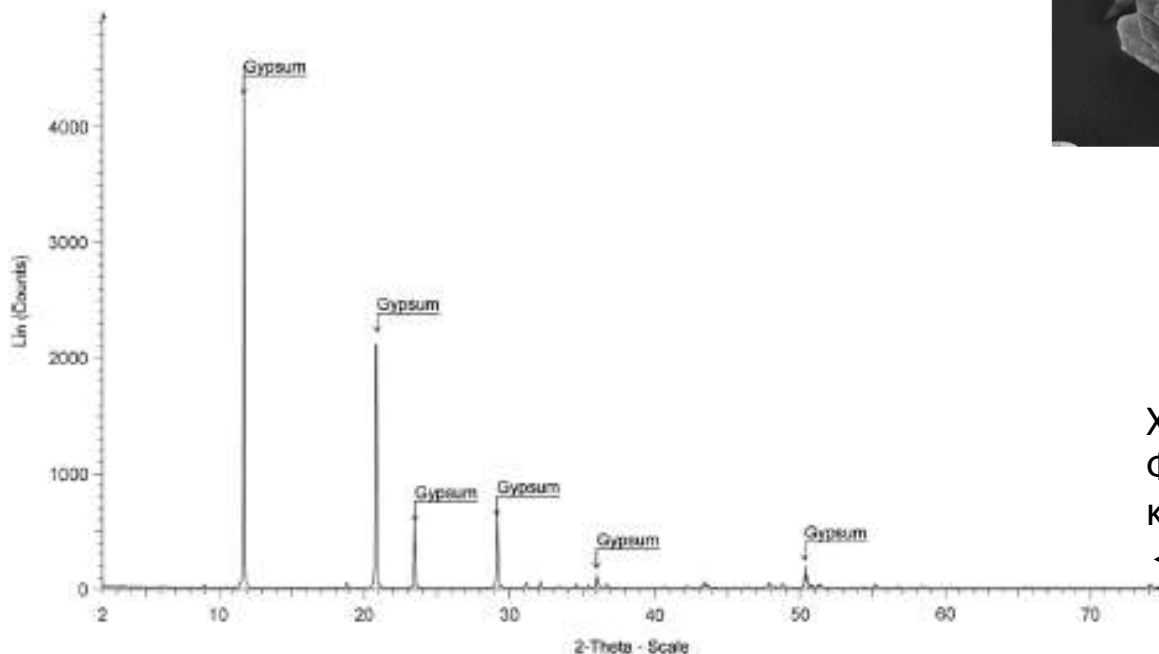
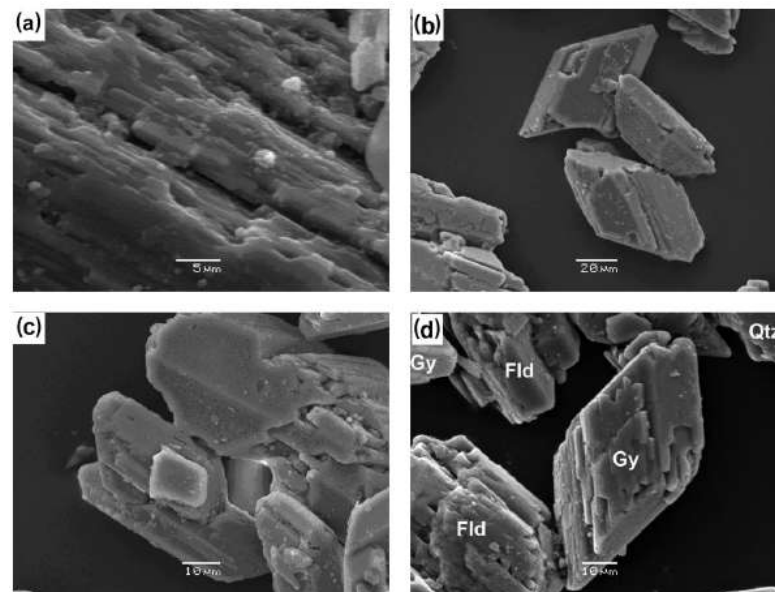
Αποτελέσματα:

- * Κύριο συστατικό της FGC γύψου → Καθαρή ορυκτή γύψος ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
- * Κοκκομετρία FGC γύψου: 5 – 50μm - Ρομβοειδείς κυρίως Κρύσταλλοι
- * Οι συγκεντρώσεις των CaO και SO_3 (κύρια συστατικά) κυμαίνονται μεταξύ 31.5% - 32.5% και 45.5% - 46.5%, αντιστοίχως.



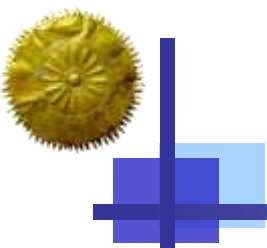
Ορυκτολογικές και χημικές ιδιότητες της FGC γύψου από τη Φλώρινα

SEM εικόνες της FGD γύψου: (a) ανάπτυξη των FGD κρυστάλλων γύψου, (b) κατανομή μεγέθους των κρυστάλλων γύψου, (c) FGD διδυμοί κρύσταλλοι γύψου, (d) ρομβοειδείς κρύσταλλοι FGD γύψου (Gy) με κρυστάλλους από αστρίους (Fld) και χαλαζία (Qtz).



XRD διάγραμμα γύψου από τη Φλώρινα, που δείχνει την υψηλή καθαρότητα του υλικού





Ορυκτολογικές και χημικές ιδιότητες της FGC γύψου από τη Φλώρινα



FFGD			
Elements	Mean Values	Analytical accuracy	Standard Deviation
SiO ₂	ND ^b		
Al ₂ O ₃	0.10	±0.01	0.01
Fe ₂ O ₃	0.12	±0.01	0.01
CaO	32.63	±0.41	0.23
MgO	0.60	±0.07	0.03
Na ₂ O	ND ²		
K ₂ O	0.04	±0.01	0.01
SO ₃	46.59		0.33
H ₂ O	19.77		0.45

^a Typical chemical composition of FGD gypsum in USA.¹⁰

^b Not detected.

Κυριότερα στοιχεία (%) της FGD γύψου από τη Φλώρινα (FFGD), όπως καθορίστηκαν με πέψη οξέος και ICP-OES. Σύγκριση με την τυπική σύσταση της US FGD γύψου.

Elements	FFGD			GCP		
	Mean values	Analytical deviation	Standard deviation	Min.	Max.	Average
As	<2.5 ^a			0.2	3.5	1.5
Cd	<0.001 ^a			0.03	2.3	0.1
Cr	<4 ¹			1.0	27.3	8.8
Cu	3.79	0.08	1.1	0.3	12.8	7.0
Mn	26	2	0			
Mo	3.5	0.6	0.1			
Ni	<4 ^a			0.3	14.5	5.5
Pb	<20 ^a			0.20	20.5	7.0
Se	<5 ^a					
V	2.2	0.08	0.5	1.0	27.8	13.5
Zn	26	8	15	1.0	59.0	19.0

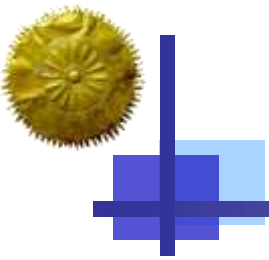
^a Detection limit.

Σύσταση σε ιχνοστοιχεία (ppm) της FGD γύψου από τη Φλώρινα (FFGD), όπως καθορίστηκαν με πέψη οξέος και ICP-OES. Περιεκτικότητα της γύψου σε ιζοστοιχεία για την παραγωγή τσιμέντου (GCP).

Elements	Mean values	Standard deviation	Minimum values	Maximum values
SiO ₂	0.39	0.04	0.34	0.43
CaO	32.31	0.25	31.99	32.51
SO ₃	46.19	0.26	45.90	46.42
H ₂ O ^a	20.48	0.15	20.28	20.60

^a Calculated from mineral formula CaSO₄·2H₂O.

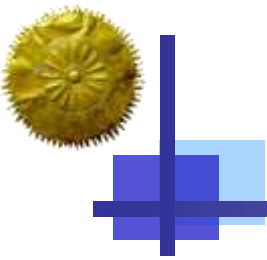
Χημική σύσταση κρυστάλλων γύψου (wt%) από τη Φλώρινα (FFGD) χρησιμοποιώντας **microprobe** ανάλυση.



Ερευνητικό Πεδίο



Αξιοποίηση Ιπτάμενης Τέφρας



Ιπτάμενη Τέφρα

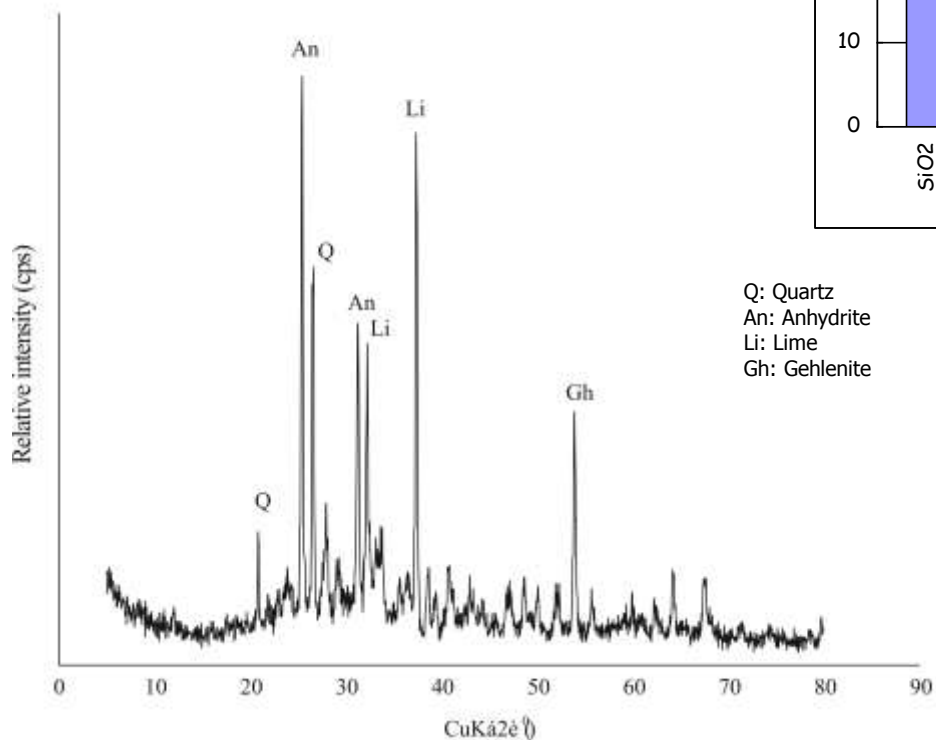
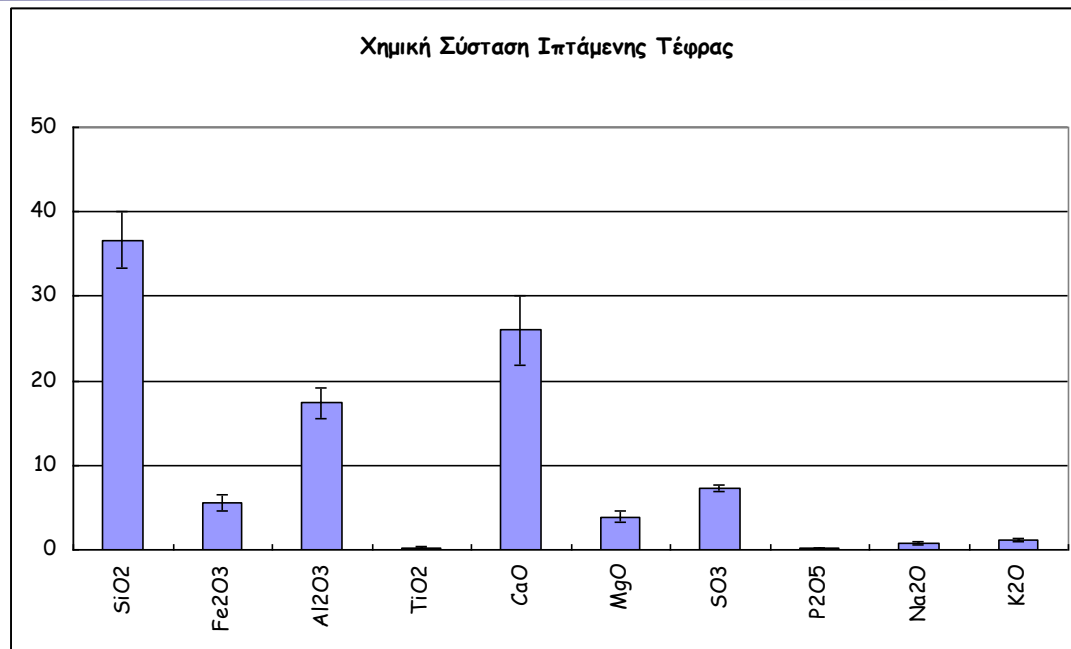


- Ετήσια παραγωγή $\sim 12 \times 10^6$ tn/year λιγνιτικής Ι.Τ.
- Ελληνικές Ι.Τ. Βόρειου και Νότιου Πεδίου
- Δυνατότητα διεξαγωγής όλων των απαραίτητων εργαστηριακών αναλύσεων προσδιορισμού της χημικής και ορυκτολογικής σύστασης της Ι.Τ.
- Δυνατότητα αξιολόγησης των χημικών και ορυκτολογικών ιδιοτήτων της Ι.Τ.
- Σημαντική εμπειρία που αφορά ποικιλία ιπτάμενων τεφρών της Ελλάδος και του εξωτερικού, από καύση Κονιοποιημένου Καυσίμου και Ρευστοποιημένης Κλίνης

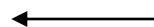


Ιπτάμενη Τέφρα

Τυπική χημική σύσταση ελληνικής ιπτάμενης τέφρας



Ορυκτολογική ανάλυση ελληνικής ιπτάμενης τέφρας





Ορυκτολογικές φάσεις διαφόρων ιπτάμενων τεφρών (Fabric Filter VTT)



Ορυκτολογική Φάση	Ελληνικός Λιγνίτης	50% Ροκανίδια- 50% Πολ. λιθάνθρακας	100% Ροκανίδια
Χαλαζίας	X	X	X
Μαγκεμίτης		X	
Αιματίτης	X	X	X
Ανυδρίτης	X	X	X
Περίκλαστο			X
Πορτλανδίτης			
Γελενίτης			
Μαγνησιοφερρίτης			
Άσβεστος			
Συλβίτης			
Ρουτίλιο	X		



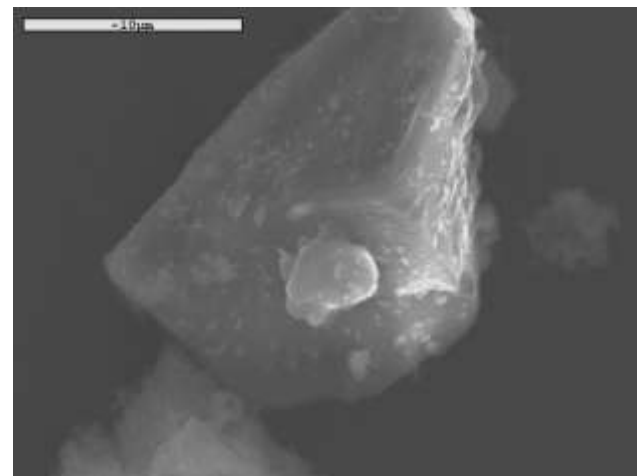
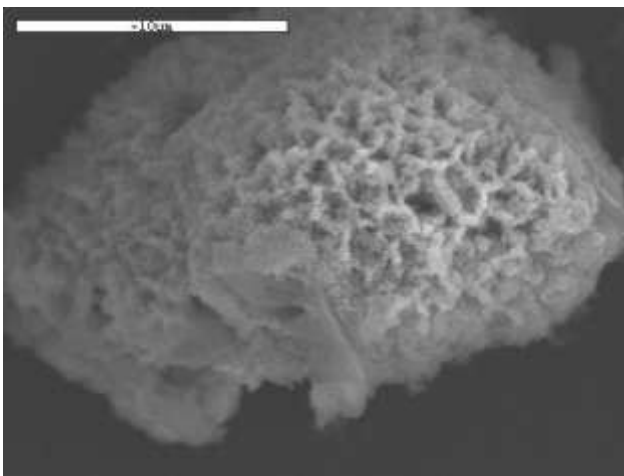
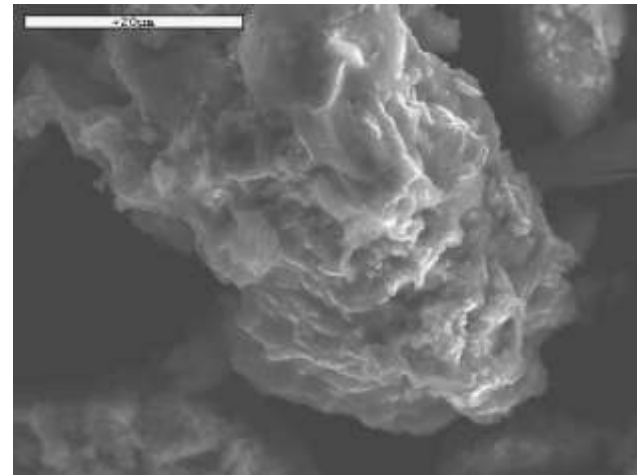
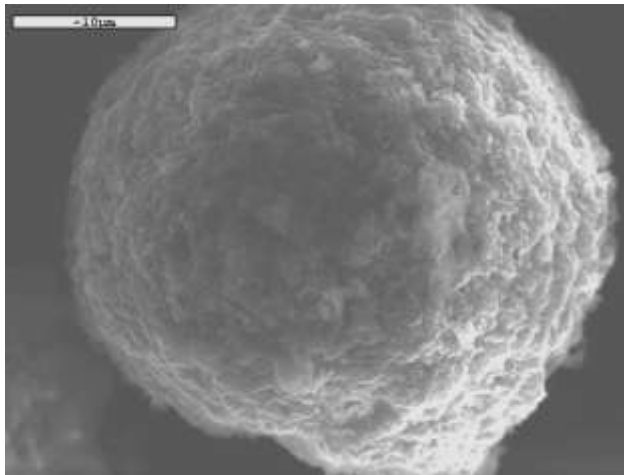
Ορυκτολογικές φάσεις διαφόρων ιπτάμενων τεφρών (Second Cyclone VTT)

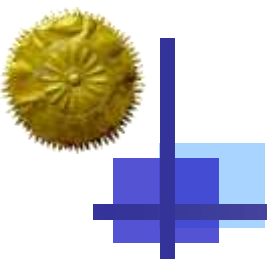


Ορυκτολογική Φάση	Ελληνικός Λιγνίτης	50% Ροκανίδια- 50% Πολ. λιθάνθρακας	100% Ροκανίδια
Χαλαζίας	X	X	X
Μαγκεμίτης	X		
Αιματίτης	X	X	X
Ανυδρίτης	X	X	X
Περίκλαστο		X	X
Πορτλανδίτης			X
Γελενίτης			
Μαγνησιοφερρίτης			
Άσβεστος			
Συλβίτης			
Ρουτίλιο			



Ιπτάμενη Τέφρα





Αξιοποίηση της Ιπτάμενης Τέφρας



- Αντίληψη της ιπτάμενης τέφρας ως παραπροϊόντος, η μη αξιοποίηση του οποίου αποτελεί σπατάλη που αποβαίνει εις βάρος τόσο της εθνικής οικονομίας, όσο και του περιβάλλοντος.
- Διεξοδική μελέτη των δυνατοτήτων αξιοποίησης της ιπτάμενης τέφρας που παράγεται από ηλεκτροπαραγωγικούς σταθμούς τόσο της Ελλάδας όσο και του εξωτερικού. (κύριο αντικείμενο από την απαρχή της λειτουργίας του ΕΚΕΤΑ/ΙΤΕΣΚ)
- Παραγωγή σημαντικού έργου που συνοδεύεται από πολύτιμα συμπεράσματα αναφορικά με την συμπεριφορά της Ι.Τ. σε πολλούς και διαφορετικούς παραγωγικούς τομείς.
- Η εμπειρία η οποία έχει αποκτηθεί αναμένεται να προσφέρει αποφασιστικά στην παραγωγή, μετά και την εφαρμογή του Σχεδίου Εθνικών Προδιαγραφών.

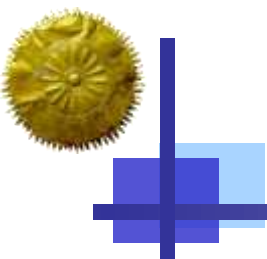


Αξιοποίηση της Ιπτάμενης Τέφρας



Τα τελευταία δύο χρόνια το Ινστιτούτο διερευνά την αξιοποίηση λιγνιτικής και λιθανθρακικής Ι.Τ. από τεχνολογία καύσης κονιοποιημένου καυσίμου και ρευστοποιημένης κλίνης στους ακόλουθους τομείς:

- Συμμετοχή της Ι.Τ. στην παραγωγή κυβόλιθων.
- Συμμετοχή της Ι.Τ. στην παραγωγή κεραμικών υλικών.
- Μετατροπή της Ι.Τ. σε ζεολιθικά προϊόντα αναβαθμισμένης ικανότητας εξευγενισμού υγρών αποβλήτων.



Ιπτάμενη Τέφρα σε Κυβόλιθους



Η χρήση της ιπτάμενης τέφρας για την παραγωγή κυβόλιθων αποτελεί βασικό αντικείμενο του Ινστιτούτου σε συνεργασία με την ΤΕΧΝΟΜΠΕΤΟΝ Α.Ε.

Βασικός στόχος είναι η πilotική παραγωγή κυβόλιθων με χρήση ιπτάμενης τέφρας, η εξέταση των ποιοτικών και μηχανικών ιδιοτήτων των παραγόμενων προϊόντων και η συμπεριφορά του υλικού κατά την χρήση του.

Παράχθηκαν κυβόλιθοι σύμφωνα με την παραγωγική διαδικασία της εταιρείας, με πρώτες ύλες:

- ✓ Άμμος ασβεστολιθική κοκκομετρίας 0-1,5mm
- ✓ Άμμος ασβεστολιθική κοκκομετρίας 1.5-2.5mm
- ✓ Τσιμέντο II/BM (S.P.W.) 42.5N
- ✓ Νερό
- ✓ Αντικατάσταση τσιμέντου με τέφρα σε διαφορετικά ποσοστά



Ιπτάμενη Τέφρα σε Κυβόλιθους

Οι κυβόλιθοι σχηματοποιήθηκαν σε αυτόματη μηχανή μορφοποίησης υπό ταυτόχρονη δόνηση-συμπίεση





Ιντάμενη Τέφρα σε Κυβόλιθους

Ανάμιξη έως την επίτευξη ομογενοποίησης των μιγμάτων





Ιπτάμενη Τέφρα σε Κυβόλιθους

- Οι σχηματοποιημένοι κυβόλιθοι εξήχθησαν από τα καλούπια
- Καταρχάς διατηρήθηκαν σε υγρό περιβάλλον για 10 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου
- Στη συνέχεια αφέθηκαν για ξήρανση σε θερμοκρασία δωματίου για 28 ημέρες





Ιπτάμενη Τέφρα σε Κυβόλιθους





Ιπτάμενη Τέφρα σε Κυβόλιθους



Περιβαλλοντικά οφέλη από την χρήση της Ι.Τ. λόγω:

- Των μικρότερων απαιτήσεων σε **χώρους απόθεσης**
- Της **διατήρησης των φυσικών πόρων**, όπως ο γύψος, το ασβέστιο και τα καύσιμα, όταν η Ιπτάμενη Τέφρα αντικαθιστά το τσιμέντο
- Της **μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου** που εκλύονται κατά την παραγωγική διαδικασία του τσιμέντου (υπολογίζεται 1tn ισοδύναμο CO₂ ανά tn τσιμέντου)



Ιπτάμενη Τέφρα σε Κεραμικά



- **Αντικείμενο του έργου** το οποίο εκτελείται σε συνεργασία με το Τ.Ε.Ι. Λάρισας – Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών – Γενικό Τμήμα Θετικών Επιστημών είναι η χρήση της ιπτάμενης τέφρας σε κεραμικά προϊόντα.
- **Στόχος του έργου** είναι η συμβολή στην επίλυση του προβλήματος διάθεσης της ιπτάμενης τέφρας καθώς και η μελέτη των μηχανικών ιδιοτήτων των παραγόμενων συνθέτων κεραμικών προϊόντων (σύνθετα υλικά κεραμικής μήτρας - όπου η ιπτάμενη τέφρα υποκαθιστά μέρος του πηλού).
- Η έρευνα περιλαμβάνει: χαρακτηρισμό των πρώτων υλών, μορφοποίηση των κεραμικών δοκιμίων, όπτηση και αξιολόγηση των ιδιοτήτων τους.
 - Μελετάται η χημική σύσταση των πρώτων υλών, το ποσοστό των προσθέτων σωματιδίων, η θερμοκρασία όπτησης και το πορώδες του λαμβανόμενου κεραμικού προϊόντος.
 - Αξιολογούνται ιδιότητες, όπως η υδροαπορροφητικότητα, η αντοχή σε κάμψη τριών σημείων, η αντοχή σε παγετό.
 - Εξετάζεται η προκύπτουσα δομή σε σχέση με τη δομή του πρότυπου υλικού.



Ιπτάμενη Τέφρα σε Κεραμικά

- Μύλος ανάμειξης χωμάτων – πλαστικής μάζας



- Μορφοποίηση της πλαστικής μάζας με τη μέθοδο της εξώθησης.

- Κεραμικά δοκίμια πριν την όπτηση





Παραγωγή ζεολιθικών προϊόντων



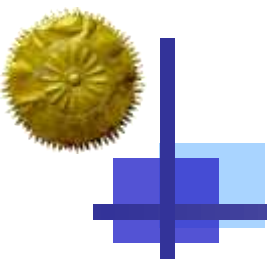
Το αντικείμενο πραγματοποιήθηκε σε συνεργασία με το Εργαστήριο Ανόργανης και Αναλυτικής Χημείας της Σχολής Χημικών Μηχανικών ΕΜΠ
(Μεταπτυχιακή Εργασία Δ.Π.Μ.Σ. «Επιστήμη και Τεχνολογία Υλικών»)

Χρησιμοποιήθηκε Ι.Τ. λιθάνθρακα Πολωνίας και Νοτίου Αφρικής παραχθείσα σε μονάδα ρευστοποιημένης κλίνης πιλοτικής κλίμακας.

Επιλέχθηκε το NaOH ως διάλυμα επεξεργασίας καθώς οι έρευνες καταδεικνυαν υψηλότερη αποτελεσματικότητα (90°C, 24h, 150rpm)

Στα τελικά προϊόντα εκτός των ορυκτολογικών φάσεων που αποδίδονται στην Ι.Τ. (Χαλαζίας, Πορτλανδίτης κ.τ.λ) συμμετέχουν και οι εξής ζεόλιθοι:

- Ζεόλιθος A (Na)
- Ζεόλιθος A (K)
- Εριονίτης
- ZSM-18
- Linde (L)



Παραγωγή ζεολιθικών προϊόντων



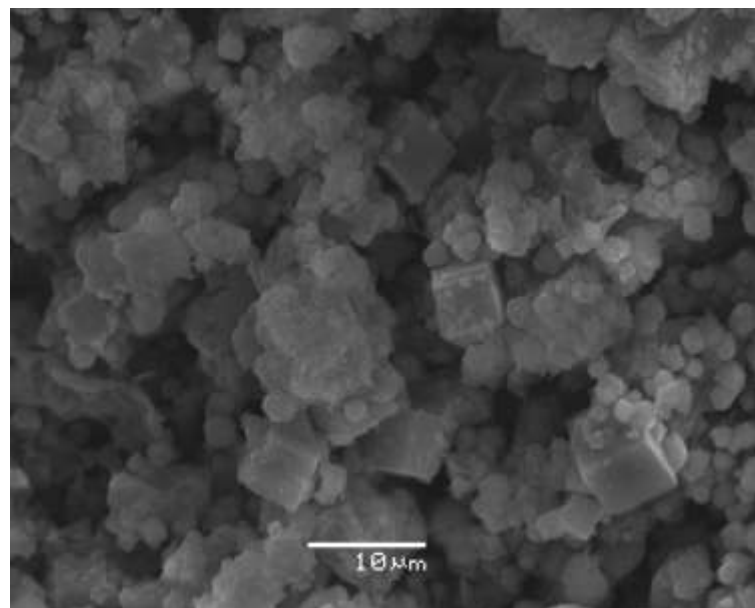
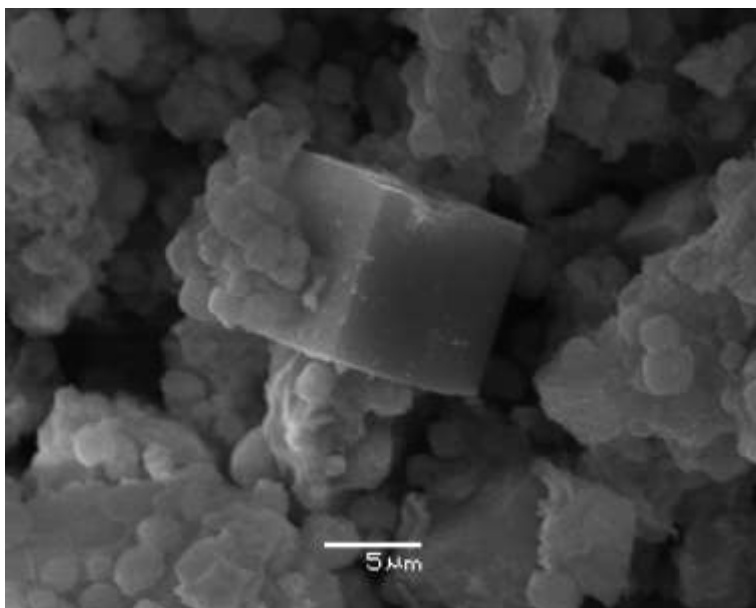
Προκειμένου να χαρακτηριστούν και να αξιολογηθούν τα ζεολιθικά προϊόντα διερευνήθηκαν:

- Ορυκτολογική Σύσταση (XRD, SEM)
- Χημική Σύσταση (XRF, SEM/EDX)
- Ειδική Πυκνότητα (ASTM C 642)
- Ειδική Επιφάνεια (Απορρόφηση N₂-BET Method)
- Εύρος Μίκρο- και Μάκροπορώδους (Ποροσίμετρο Autosorb-1, Krypton Analysis)
- pH (ISO 6588)
- Κατανομή Μεγέθους Σωματιδίων (Malvern Mastersizer-S)
- Κατιοντοανταλλακτική Ικανότητα (CEC) (US EPA9081 Method)



Παραγωγή ζεολιθικών προϊόντων

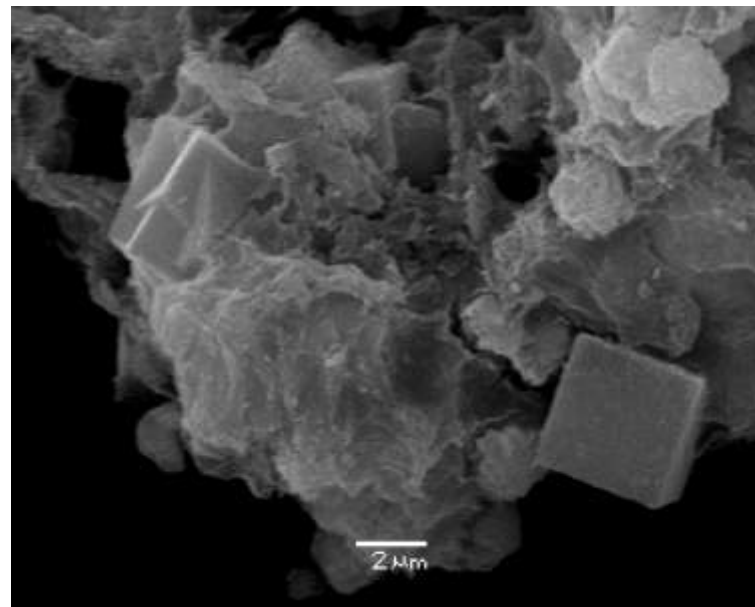
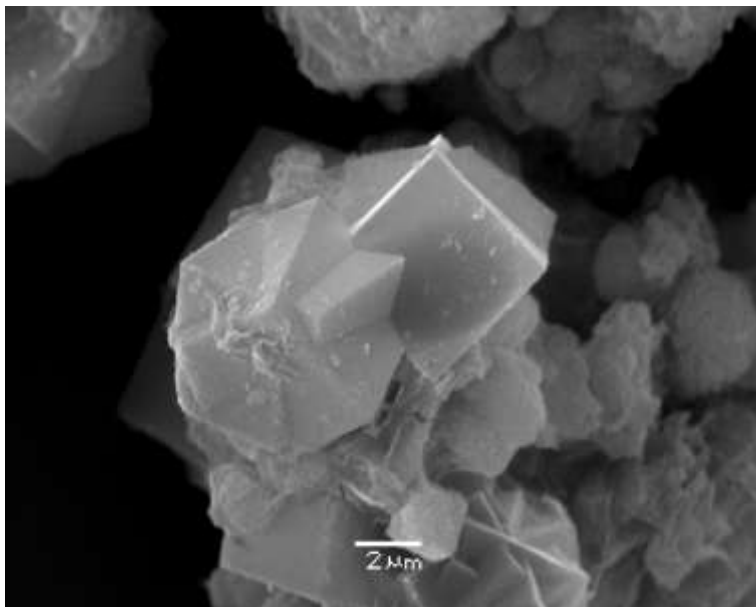
- Ζεολιθικά προϊόντα από επεξεργασμένη Ι.Τ. (CFB) λιθάνθρακα Νοτίου Αφρικής (50 g Ι.Τ./1 L NaOH)

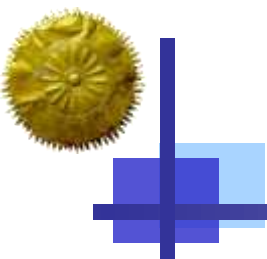




Παραγωγή ζεολιθικών προϊόντων

- Ζεολιθικά προϊόντα από επεξεργασμένη Ι.Τ. (CFB) λιθάνθρακα Νοτίου Αφρικής (100 g Ι.Τ./1 L NaOH)

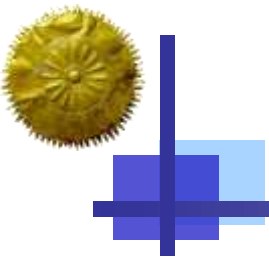




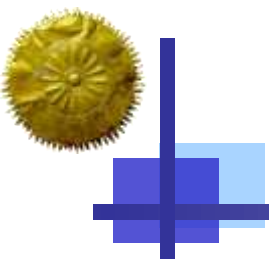
Παραγωγή ζεολιθικών προϊόντων



- Τα αποτελέσματα όλων των μετρήσεων κατέδειξαν αφενός την επιτυχημένη τροποποίηση και αφετέρου τις αναβαθμισμένες ιδιότητες των συνθετικών ζεολιθικών υλικών.
- Αντίδραση των ζεολιθικών υλικών με υδατικό διάλυμα βαρέων μετάλλων - έλεγχος στην Ατομική Απορρόφηση Φλόγας - τεκμηρίωση της αναβαθμισμένης τους δυνατότητας κατακρήμνισης βαρέων μετάλλων.



Ορυκτοποίηση Διοξειδίου του Άνθρακα



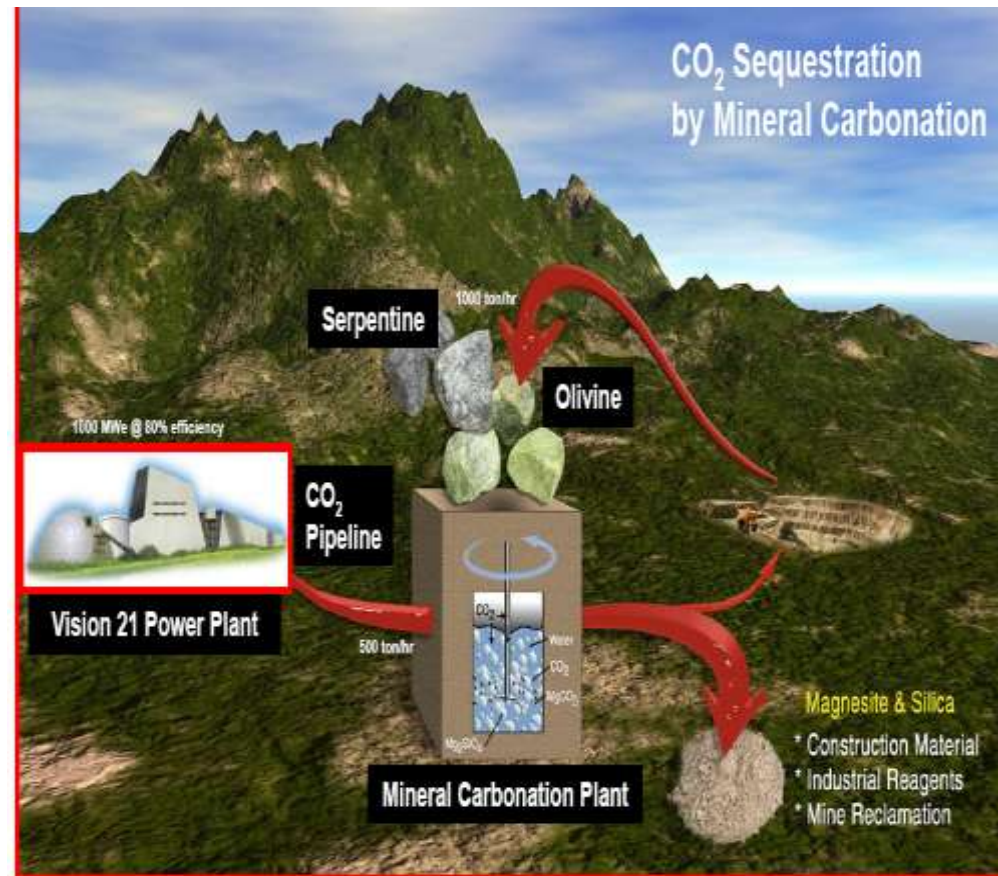
Ορυκτοποίηση του CO₂

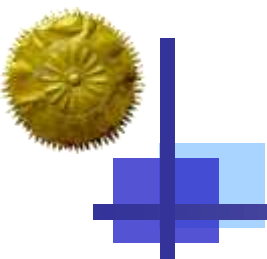
Ορυκτοποίηση του CO₂: αντίδραση του CO₂ με υλικά που περιέχουν οξείδια κάποιου δισθενές μετάλλου προκειμένου να σχηματισθούν αδιάλυτα ανθρακικά, το Ca και το Mg είναι τα πιο ενδιαφέροντα μέταλλα.

Η γενική αντίδραση είναι:



M: δισθενές ιόν. Όπου το M αντιστοιχεί σε Ca ή Mg





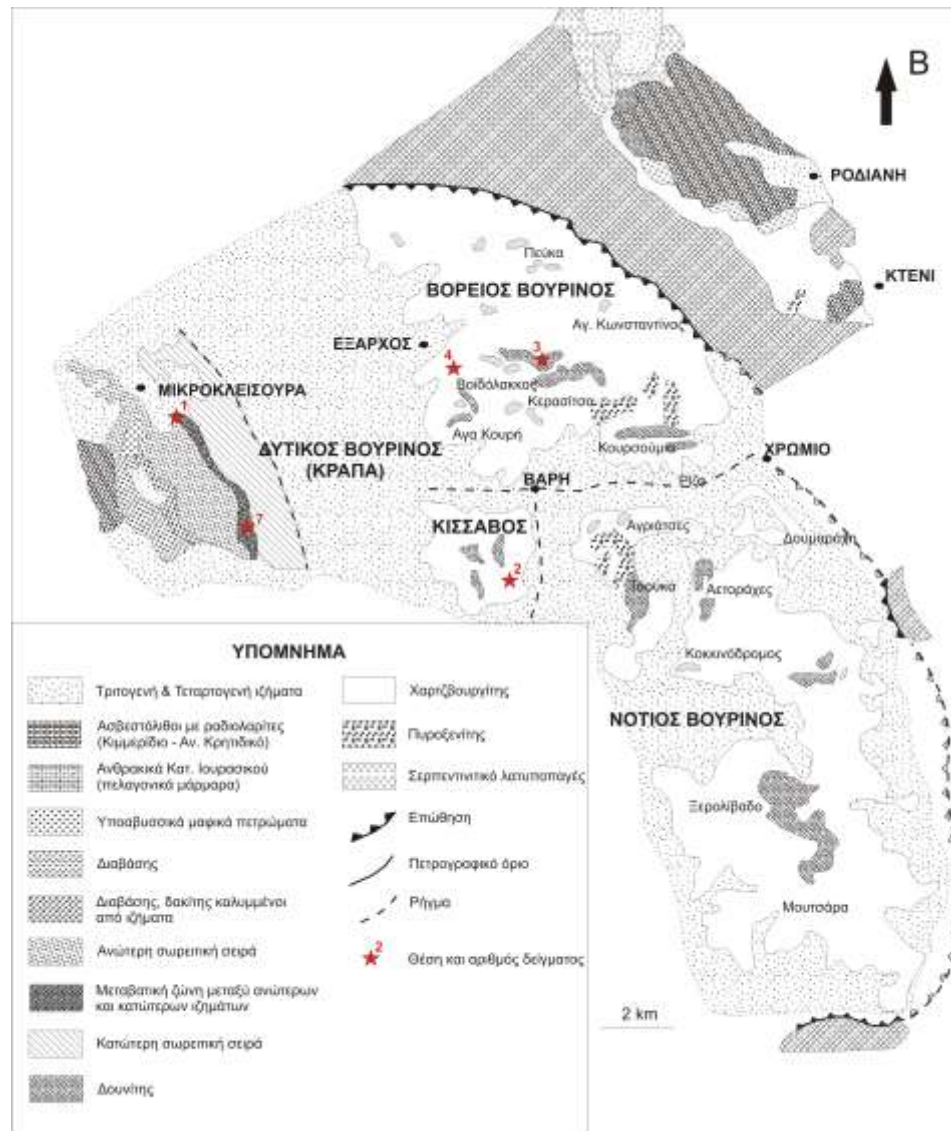
Ορυκτοποίηση του CO₂

**Μαγνησιούχα πυριτικά
ορυκτά στη Δ. Μακεδονία**

**Οφιολιθικό σύμπλεγμα
Βούρινου**

Έκταση, περίπου, 450 Km²

Χαρτζβουργίτες με παρεμβολές
από δουνίτη, σε ίσα ποσοστά,
συνιστούν το 85% του
σμπλέγματος του Βούρινου





Ορυκτοποίηση του CO₂

Πυροξενίτης



Δουνίτης



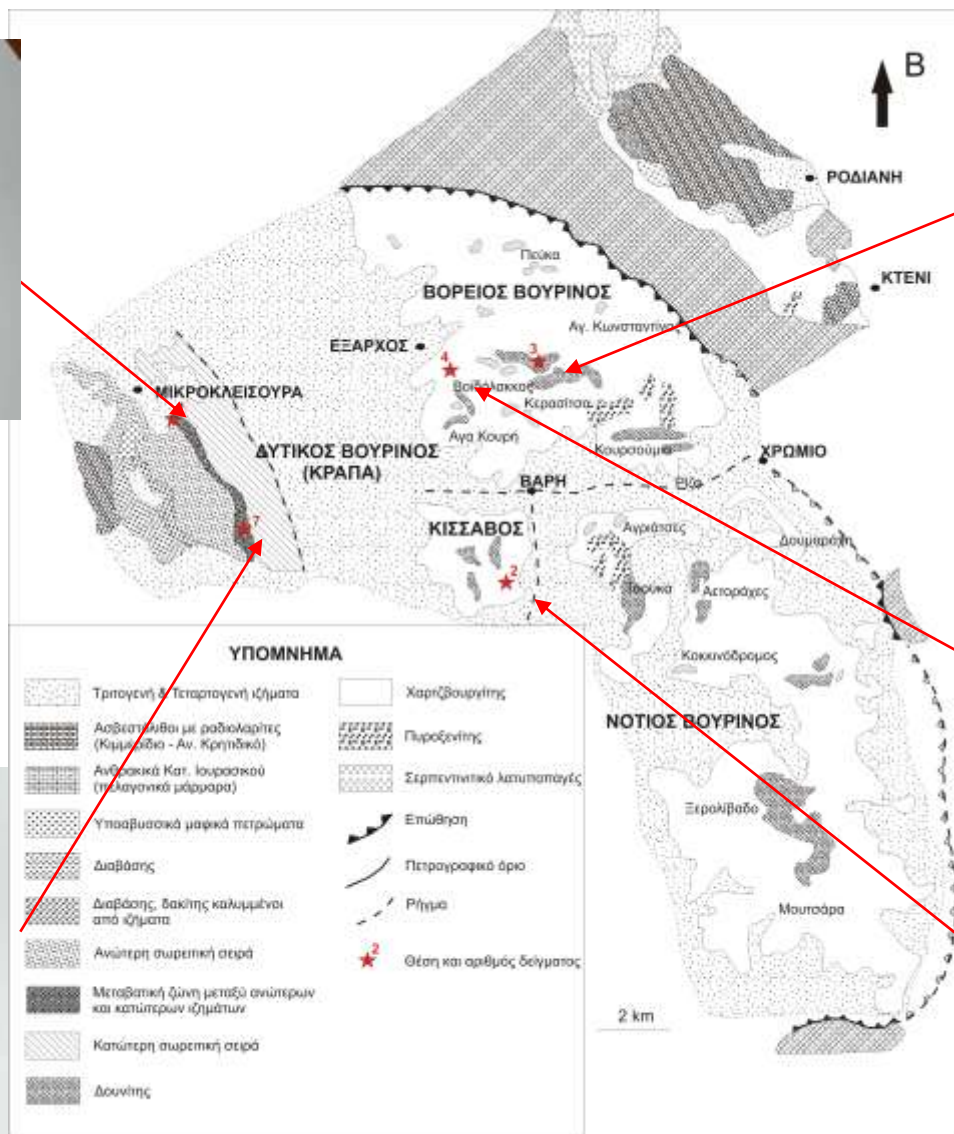
Χαρτζβουργίτης

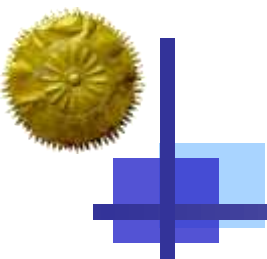


Χαρτζβουργίτης



Δουνίτης





Ορυκτοποίηση του CO₂

Συνθήκες πειράματος:

Δείγμα	Βάρος πριν την ορυκτοποίηση (gr)	Βάρος μετά την ορυκτοποίηση (gr)
S1	85,033	82,890
S2	83,427	85,766
S3	85,000	85,950
S4	84,429	87,950
S7	85,009	88,560

α) Διάρκεια πειράματος: περίπου 3 – 4 ώρες

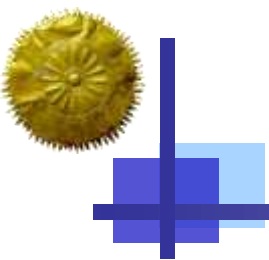
β) Πίεση εντός του αυτόκλειστου: 2300psi

γ) Θερμοκρασία: 155°C

δ) Ταχύτητα ανάδευσης: 900rpm (κατά μέσο όρο)



Αυτόκλειστο



Ορυκτοποίηση του CO₂

Τα δείγματα μετά την ορυκτοποίηση



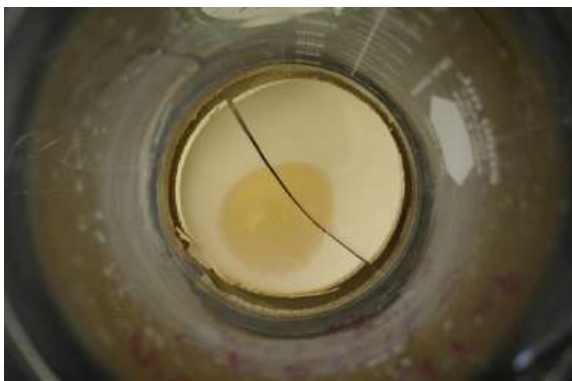
Πυροξενίτης (Μικροκλεισούρα, S1)



Χαρτζβουργίτης (Κίσσαβος, S2)



Δουνίτης (Δουνιτικός Λόφος, S7)



Δουνίτης (Βοϊδόλακκος, S3)



Χαρτζβουργίτης (Βοϊδόλακκος, S4)



ΕΚΕΤΑ/ΙΤΕΣΚ



Ευχαριστούμε για την προσοχή σας