



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ



ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ
ΚΑΥΣΙΜΩΝ (ΙΤΕΣΚ)

2^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Εναλλακτικών
Καυσίμων και Βιοκαυσίμων

**ΠΥΡΟΛΥΣΗ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΛΙΓΝΙΤΗ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΠΑΡΑΓΩΓΗ 'ΚΑΘΑΡΩΝ' ΣΤΕΡΕΩΝ
ΚΑΥΣΙΜΩΝ**

**Γ. Σκόδρας, Π. Νάτας, Π. Μπασινάς, Π. Γραμμέλης, Ε. Κακαράς
και Γ.Π. Σακελλαρόπουλος**

Λίμνη Πλαστήρα, Καρδίτσα, Απρίλιος 26 –27 , 2007



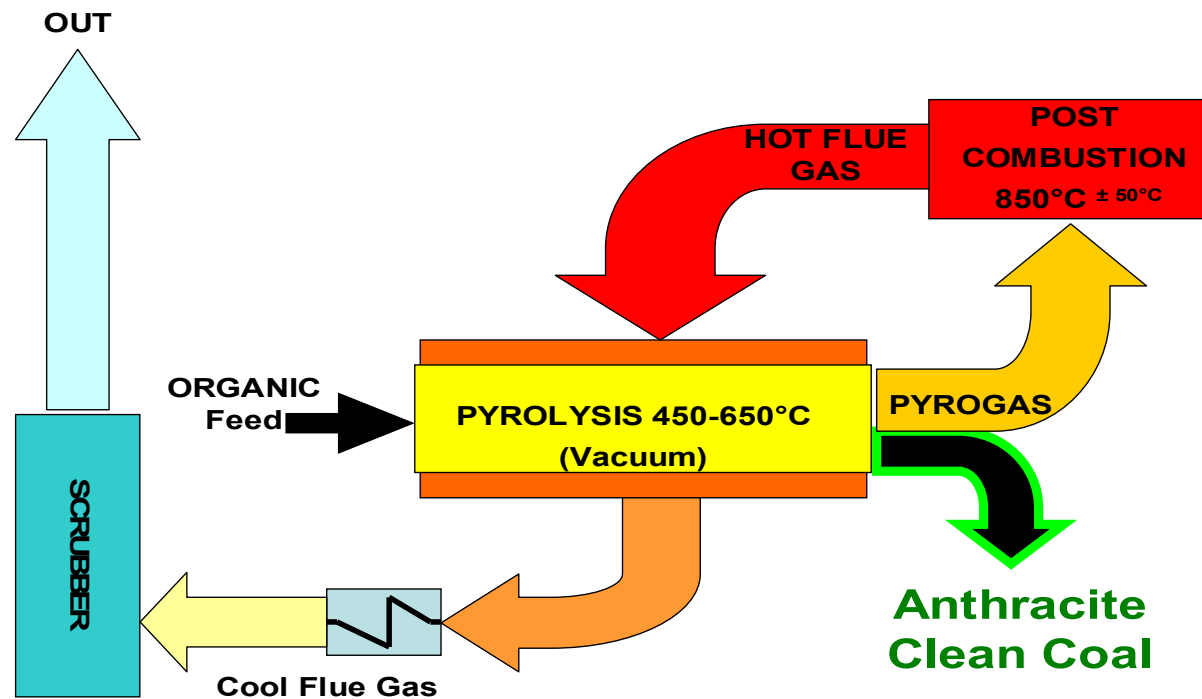
Εισαγωγή



- Έκλυση ρυπαντών κατά την καύση (π.χ. NO_x , SO_x , Hg^0 , κτλ.)
- Ανάπτυξη τεχνικών για τον έλεγχο των εκπομπών. Κόστος - Αποτελεσματικότητα
- Προληπτική απομάκρυνση των ρυπαντών όπως S, N, Cl και Hg πριν την καύση του άνθρακα
- Πυρόλυση-Κύριο στάδιο αποσύνθεσης-Σημαντική διεργασία για την παραγωγή “καθαρών” ανθράκων



Εισαγωγή





Σκοπός



➤ Μελέτη της αποτελεσματικότητας της πυρόλυσης στην απομάκρυνση των ρυπαντών (S, N, Hg και Cl) σε τρία είδη άνθρακα

- Βαθμός μετατροπής
- Περιεκτικότητα σε ρυπαντές
- Στοιχειακές μετατροπές (C, N, S, H, Hg και Cl)
- Χρόνος παραμονής
- Δραστικότητα των εξανθρακωμάτων



Πυρόλυση



➤ Αρχικά Δείγματα

- Λιγνίτης Πτολεμαΐδας
- Λιγνίτης Μεγαλόπολης
- Αυστραλιανός Άνθρακας
- Απορυκτοποιημένος Λιγνίτης Πτολεμαΐδας

➤ Κοκκομετρία: 150-250 μm

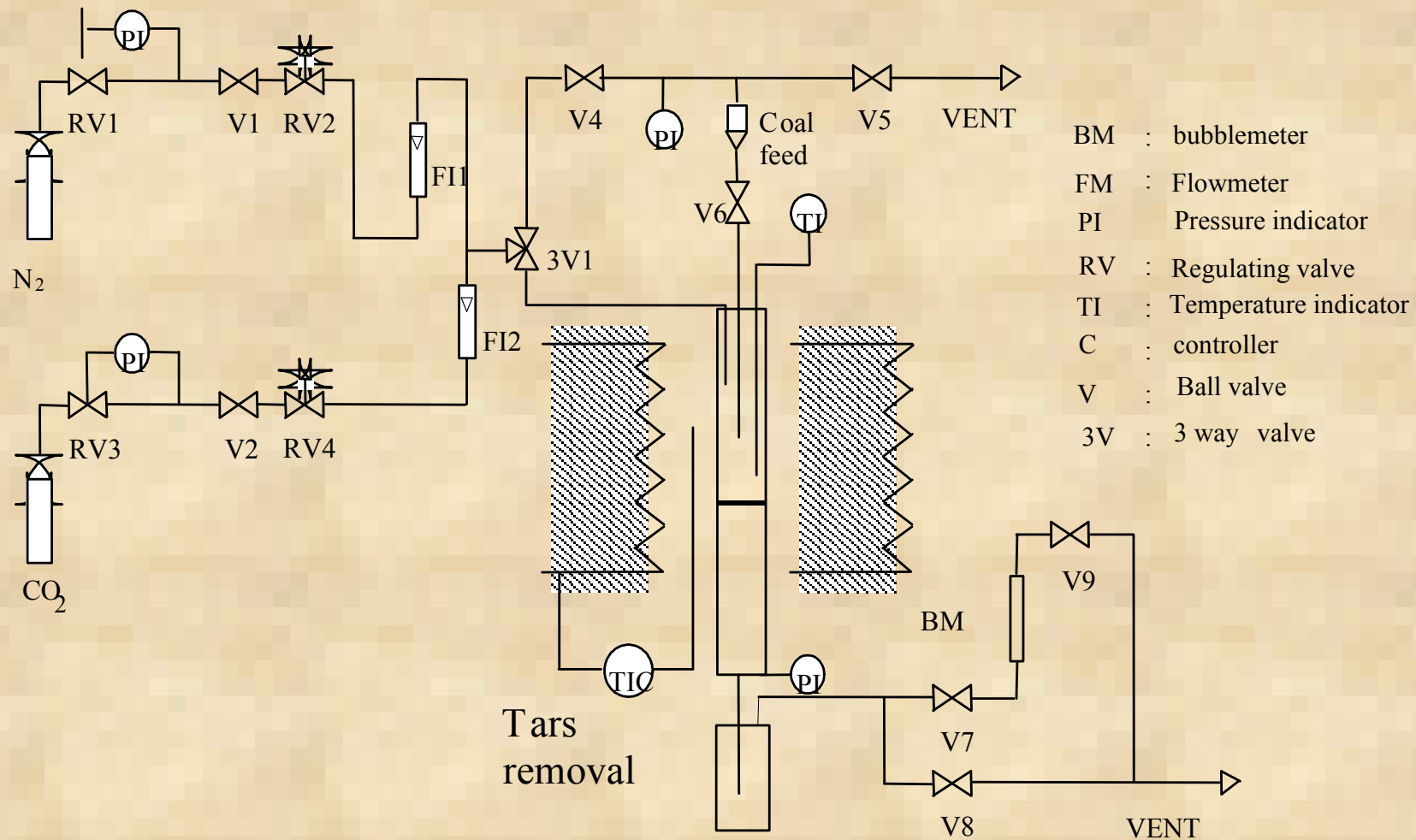
➤ Ατμοσφαιρική Πίεση - Ήλιο

➤ Θερμοκρασίες: 200°C-900°C

➤ Χρόνοι Παραμονής: 5-120 min



Μονάδα Πυρόλυσης





Μεθοδολογία



Άμεση Ανάλυση: ASTM D 3172-89

Στοιχειακή Ανάλυση: ThermoFinnigan CHNS EA 1100 Analyzer

Υδράργυρος: EPA 7471A

Χλώριο: ASTM D 4208-88

Απορυκτοποίηση: Διεργασία τριών σταδίων (5N HCl, 22N HF and 12N HCl)

Θερμοζυγός: TA Instruments TGA-DSC SDT Q600



Σχολιασμός Αποτελεσμάτων



Άμεση Ανάλυση (κ.β.% επί ξηρού) των αρχικών δειγμάτων

Δείγμα	Υγρασία	Πτητικά	Μόνιμος άνθρακας	Τέφρα
Πτολεμαΐδας	56.82	44.84	35.17	19.99
Μεγαλόπολης	61.2	34.5	25.6	39.9
Αυστραλιανός	2.47	40.63	47.69	11.68
Απορ. Λιγν. Πτολεμαΐδας	4.0	51.35	47.59	1.06



Σχολιασμός Αποτελεσμάτων

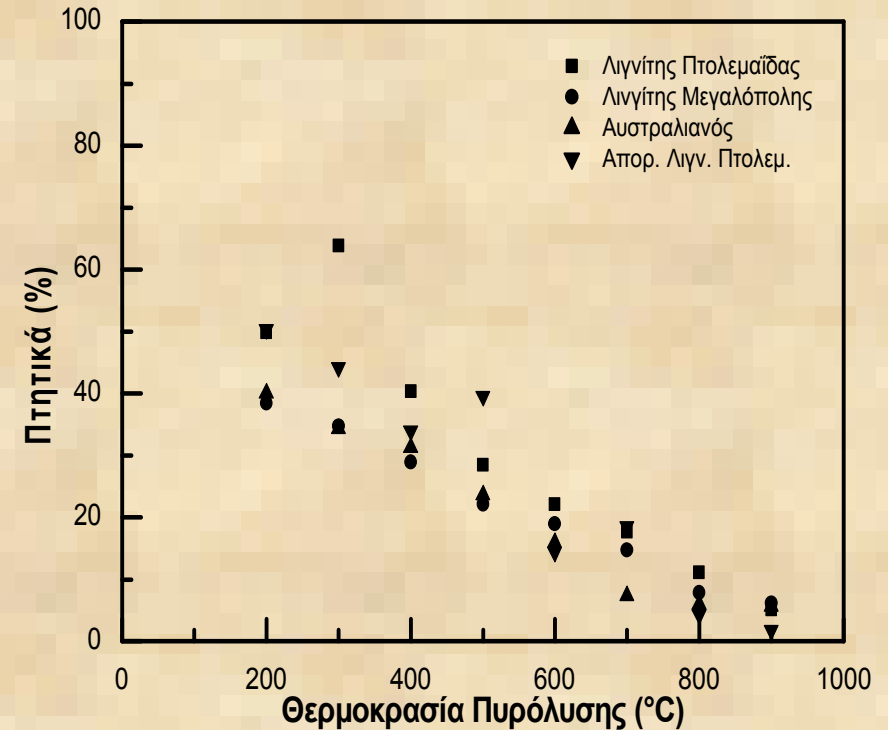
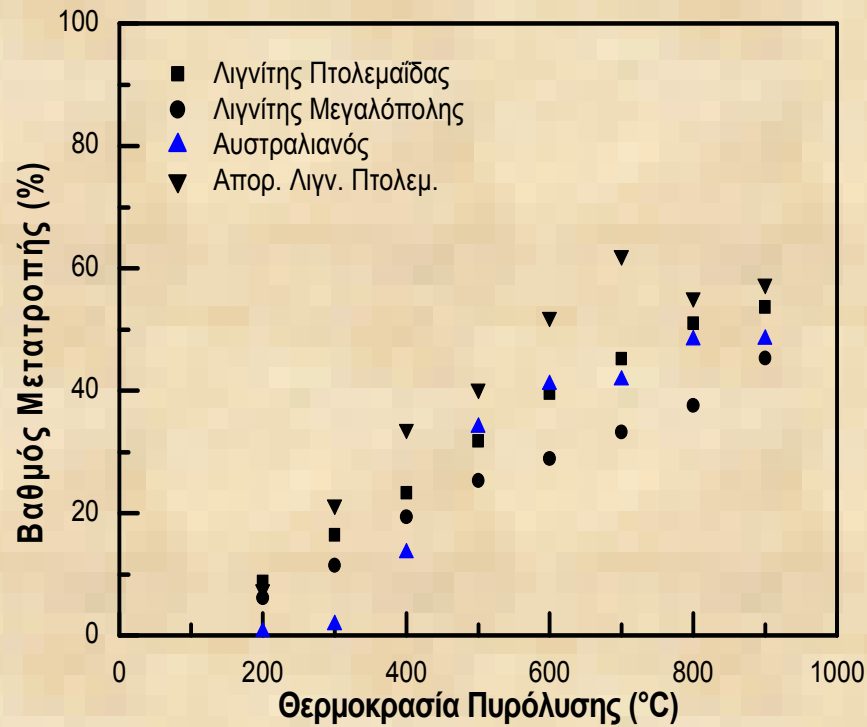


Στοιχειακή ανάλυση (κ.β.% επί ξηρού) των αρχικών δειγμάτων

Δείγμα	C	H	N	S	Cl (μg/g)	Hg (μg/g)
Πτολεμαΐδας	48.55	4.17	1.48	0.72	129.2	0.185
Μεγαλόπολης	29.53	2.80	1.17	2.61	216.3	0.175
Αυστραλιανός	71.66	5.42	1.57	2.86	179.5	0.370
Απορ. Λιγν. Πτολεμαΐδας	60.02	4.36	1.86	1.05	2979.5	0.180



Σχολιασμός Αποτελεσμάτων

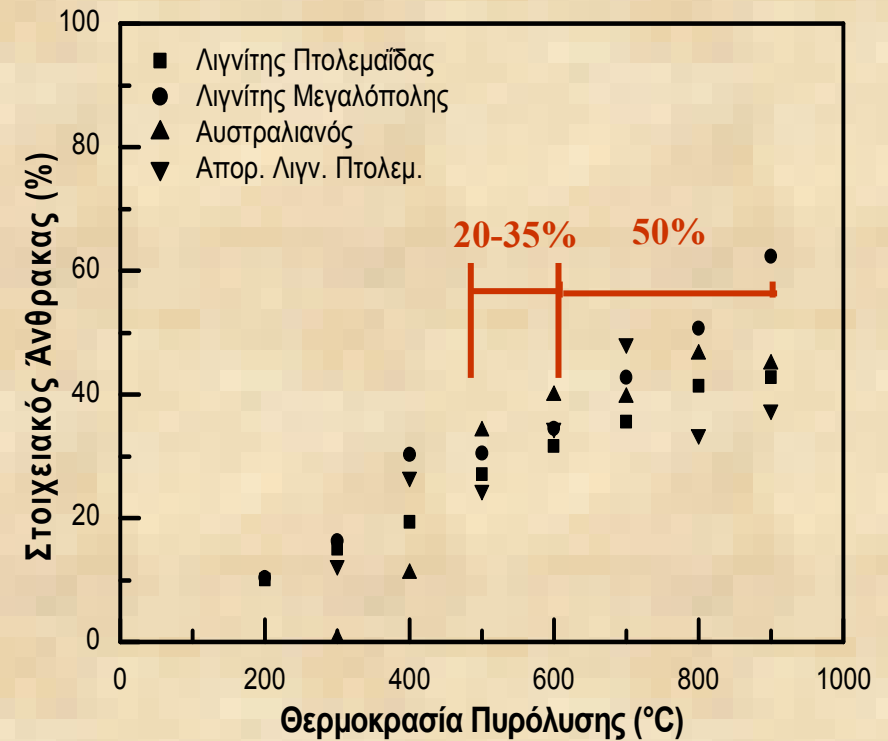
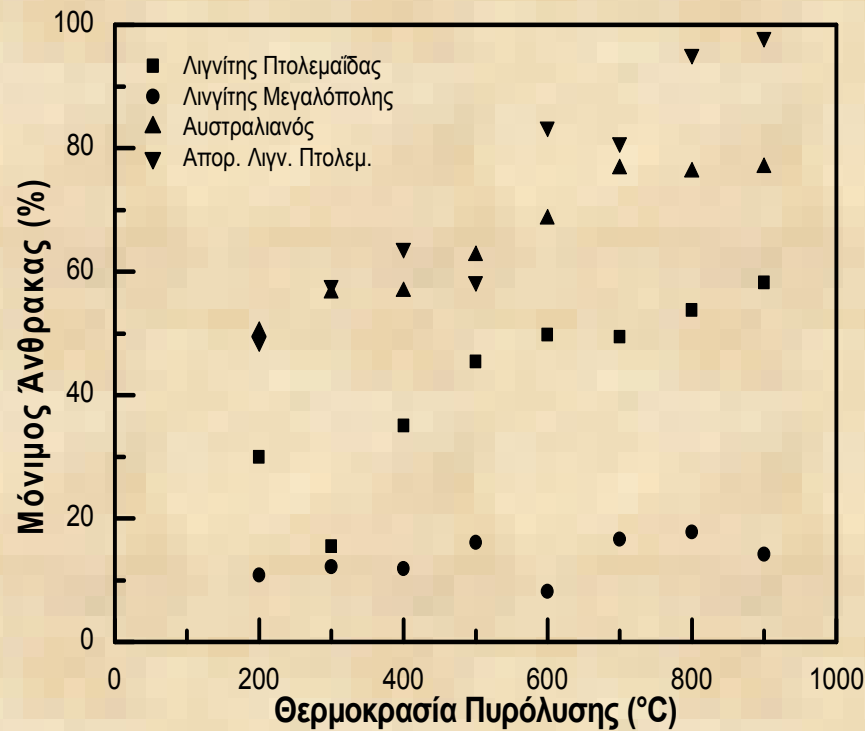


Επίδραση της θερμοκρασίας πυρόλυσης στον **βαθμό μετατροπής** και στην **περιεκτικότητα των εξανθρακωμάτων σε πτητικά**

2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Εναλλακτικών Καυσίμων και Βιοκαυσίμων, Απρίλιος 26 – 27, 2007, Λίμνη Πλαστήρα



Σχολιασμός Αποτελεσμάτων

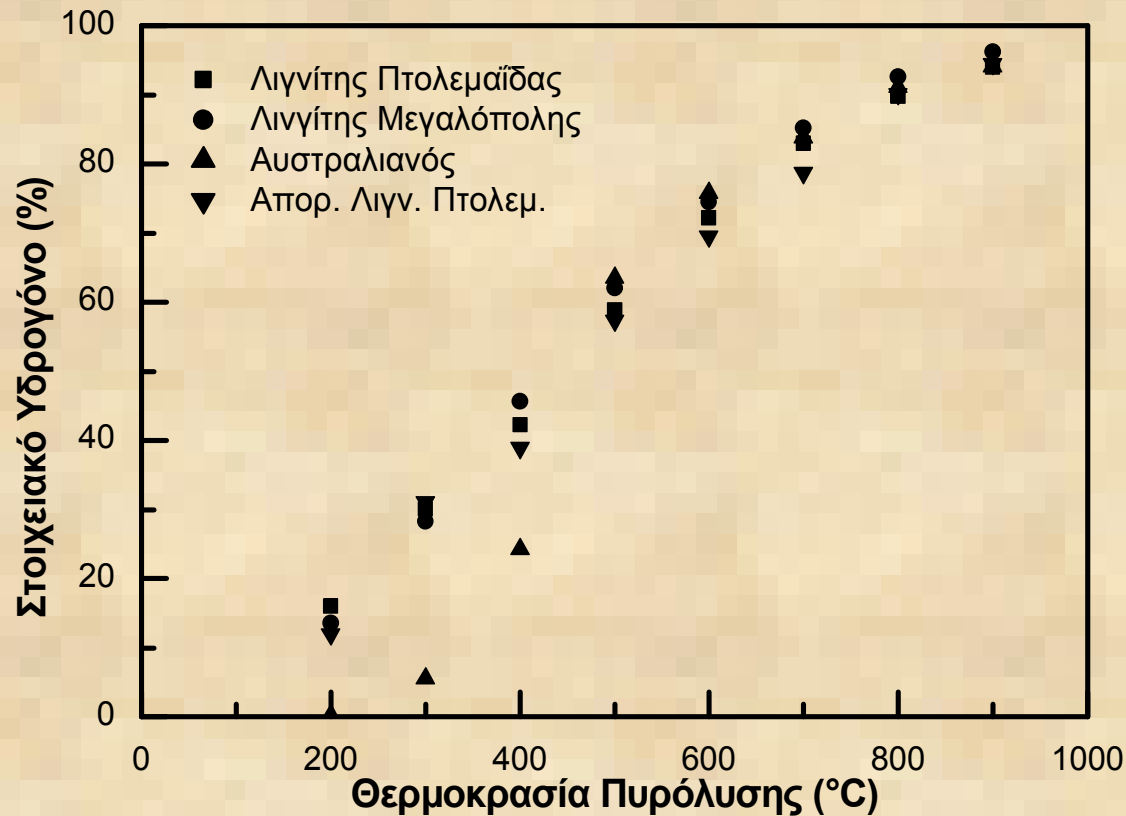


Επίδραση της θερμοκρασίας πυρόλυσης στην περιεκτικότητα των
εξανθρακωμάτων σε **μόνιμο** και **στοιχειακό άνθρακα**

2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Εναλλακτικών Καυσίμων και Βιοκαυσίμων, Απρίλιος 26 – 27, 2007, Λίμνη Πλαστήρα



Σχολιασμός Αποτελεσμάτων

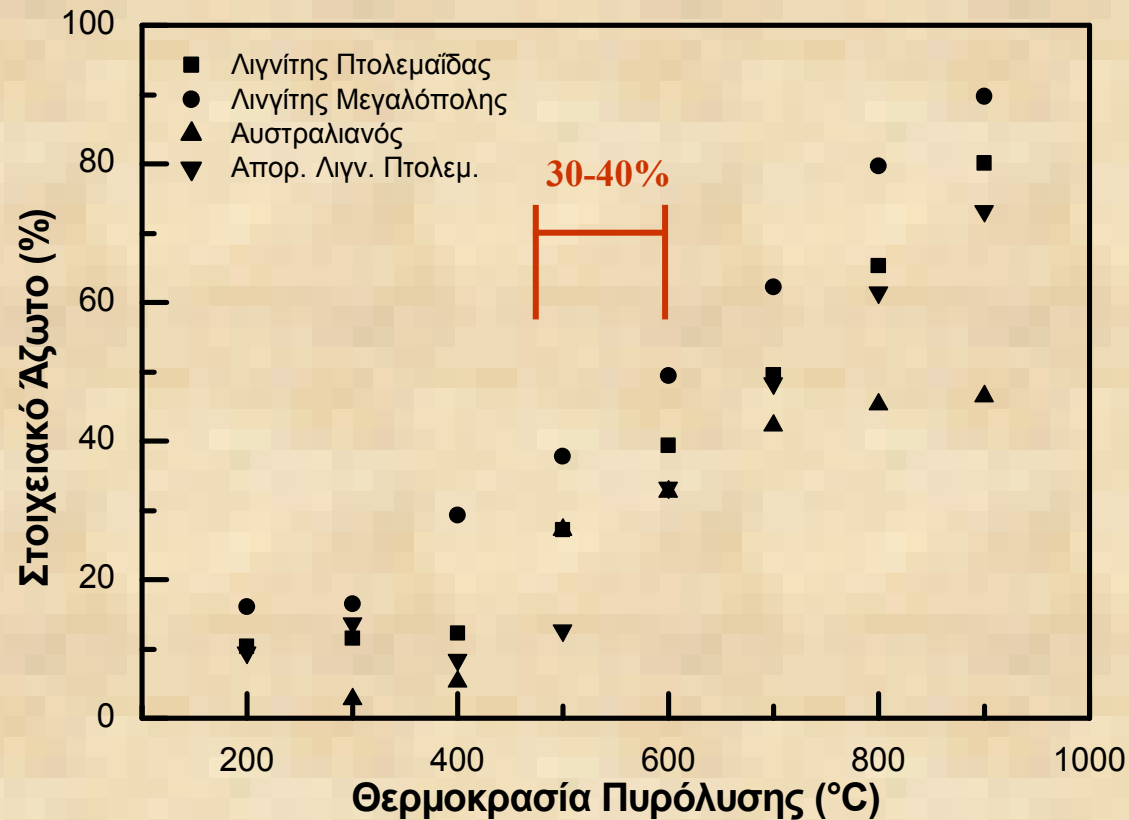


Επίδραση της θερμοκρασίας πυρόλυσης στην περιεκτικότητα των
εξανθρακωμάτων σε στοιχειακό υδρογόνο

2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Εναλλακτικών Καυσίμων και Βιοκαυσίμων, Απρίλιος 26 – 27, 2007, Λίμνη Πλαστήρα



Σχολιασμός Αποτελεσμάτων

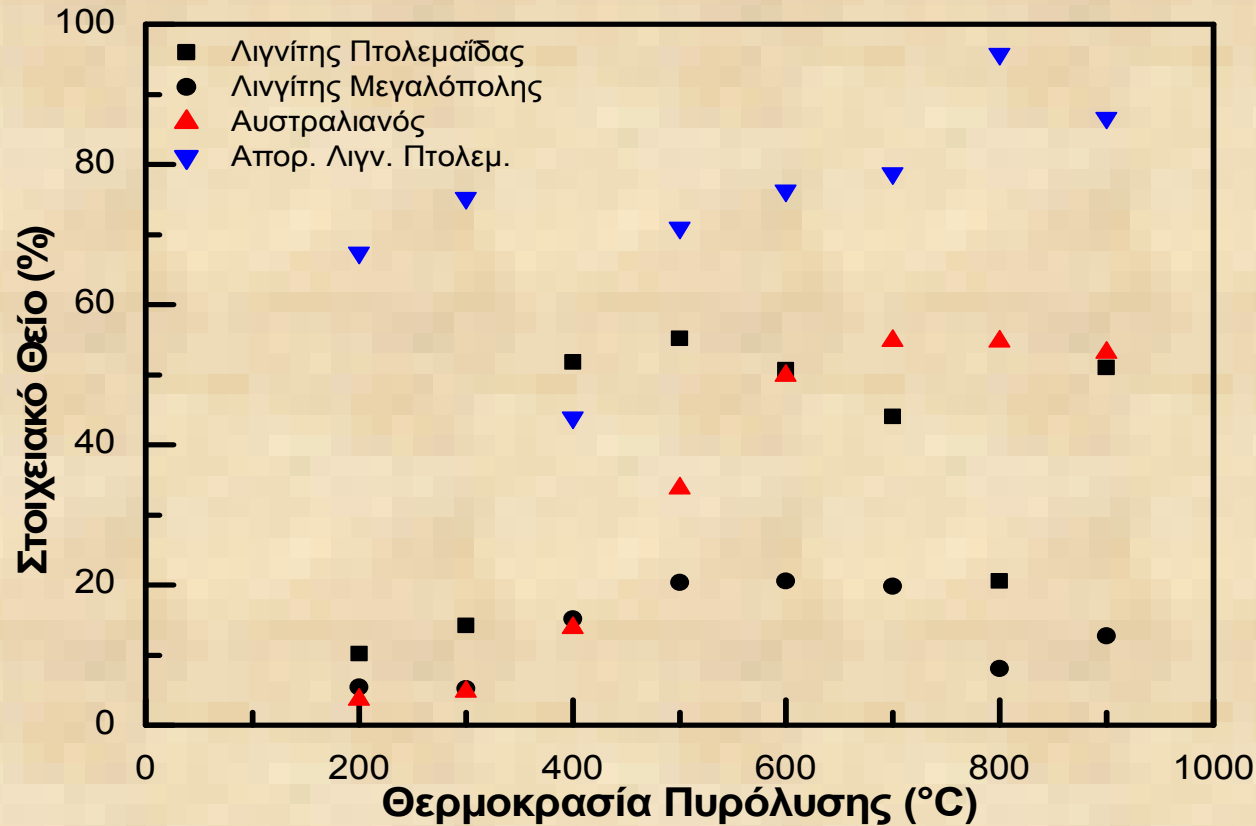


Επίδραση της θερμοκρασίας πυρόλυσης στην περιεκτικότητα των
εξανθρακωμάτων σε στοιχειακό **άζωτο**

2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Εναλλακτικών Καυσίμων και Βιοκαυσίμων, Απρίλιος 26 – 27, 2007, Λίμνη Πλαστήρα



Σχολιασμός Αποτελεσμάτων

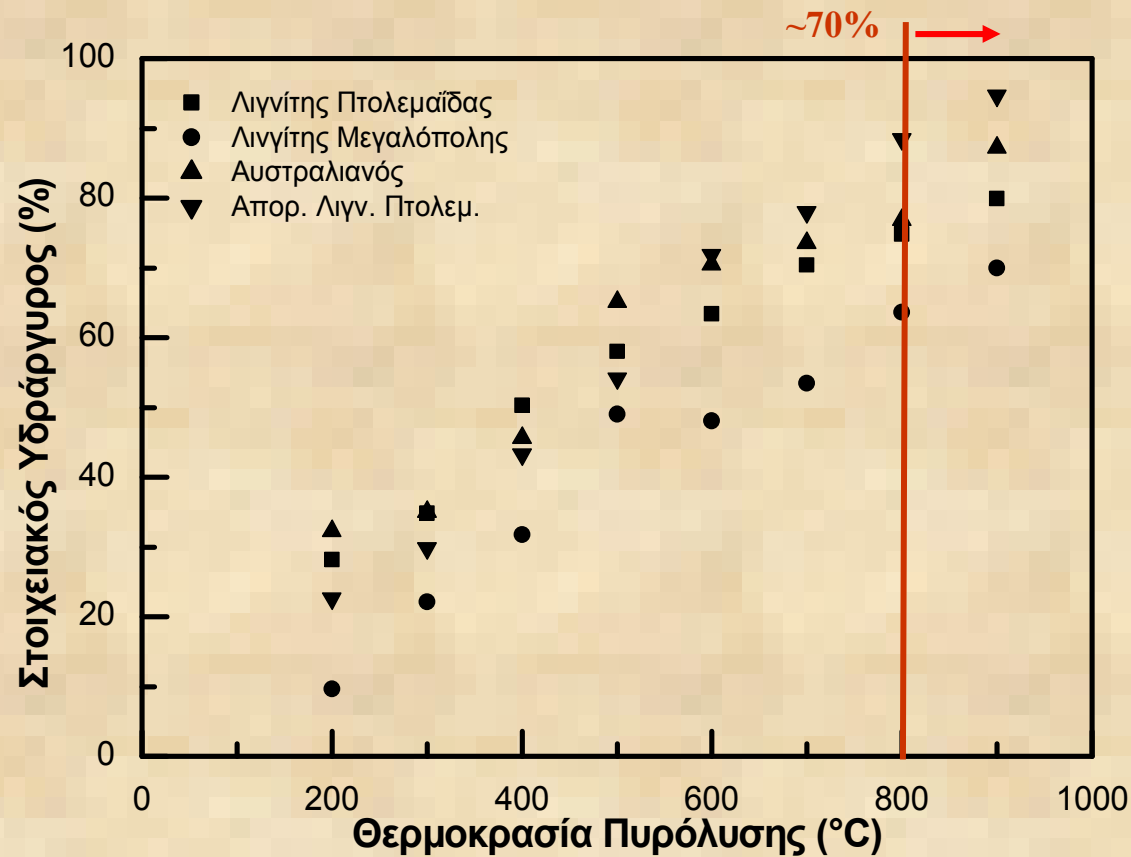


Επίδραση της θερμοκρασίας πυρόλυσης στην περιεκτικότητα των
εξανθρακωμάτων σε στοιχειακό **θείο**

2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Εναλλακτικών Καυσίμων και Βιοκαυσίμων, Απρίλιος 26 – 27, 2007, Λίμνη Πλαστήρα



Σχολιασμός Αποτελεσμάτων

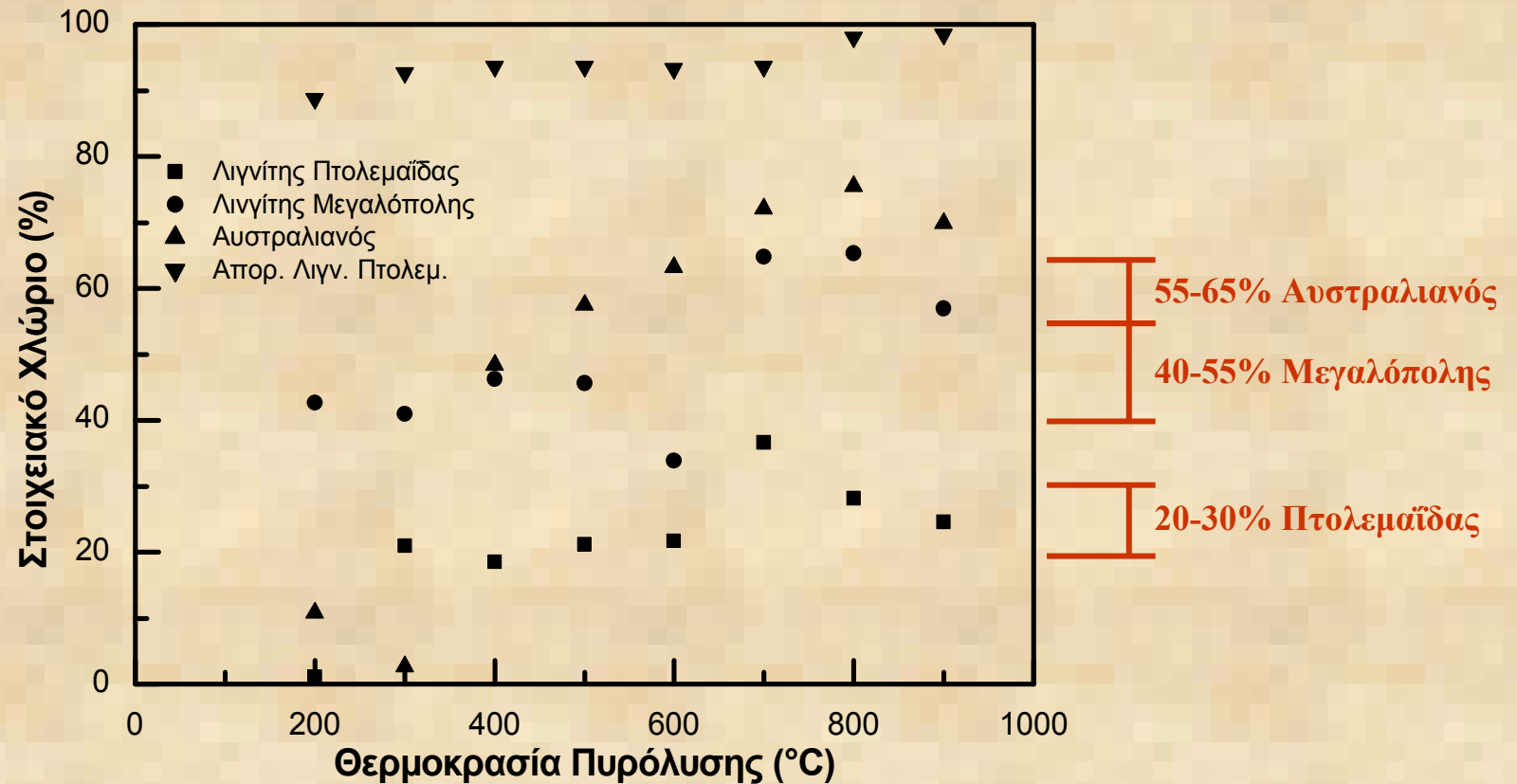


Επίδραση της θερμοκρασίας πυρόλυσης στην περιεκτικότητα των
εξανθρακωμάτων σε στοιχειακό υδράργυρο

2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Εναλλακτικών Καυσίμων και Βιοκαυσίμων, Απρίλιος 26 – 27, 2007, Λίμνη Πλαστήρα



Σχολιασμός Αποτελεσμάτων

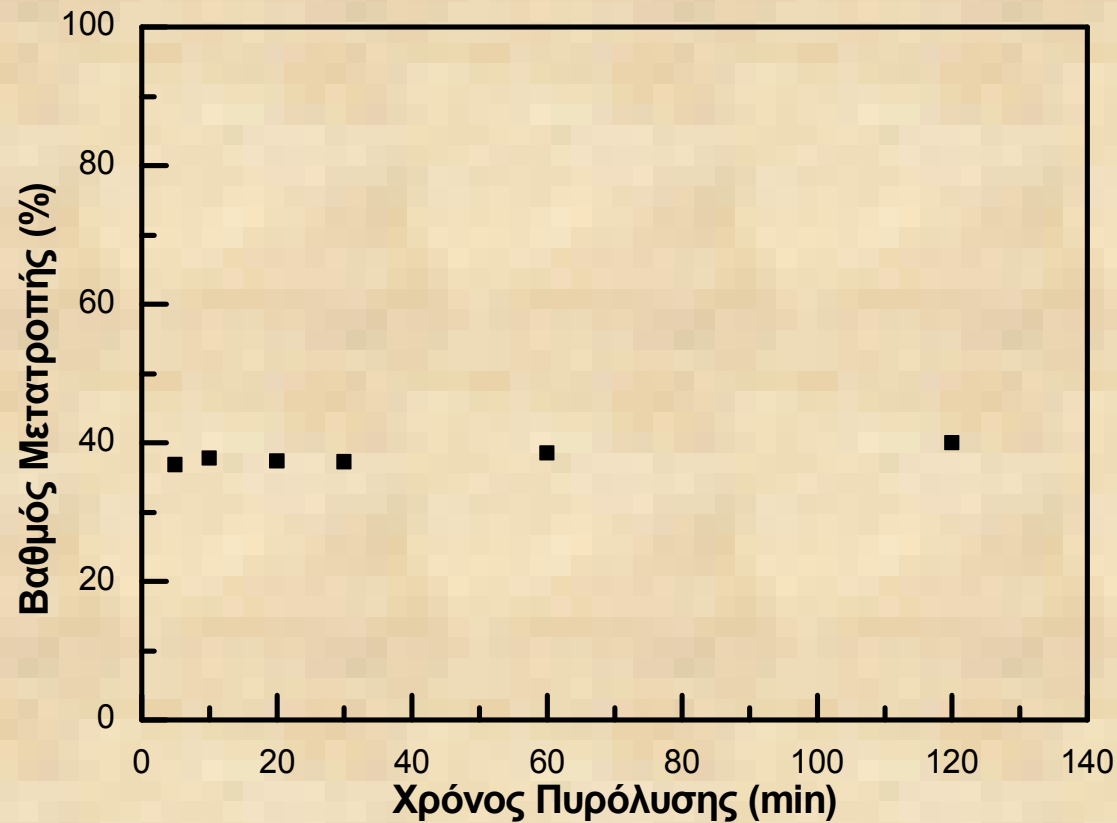


Επίδραση της θερμοκρασίας πυρόλυσης στην περιεκτικότητα των
εξανθρακωμάτων σε στοιχειακό **χλώριο**

2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Εναλλακτικών Καυσίμων και Βιοκαυσίμων, Απρίλιος 26 – 27, 2007, Λίμνη Πλαστήρα



Σχολιασμός Αποτελεσμάτων

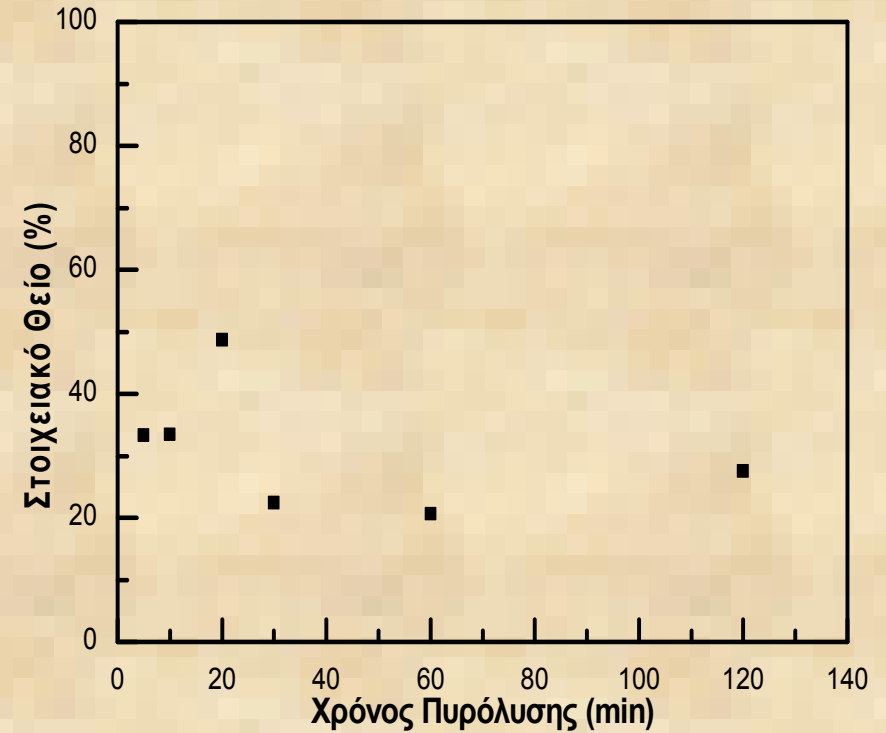
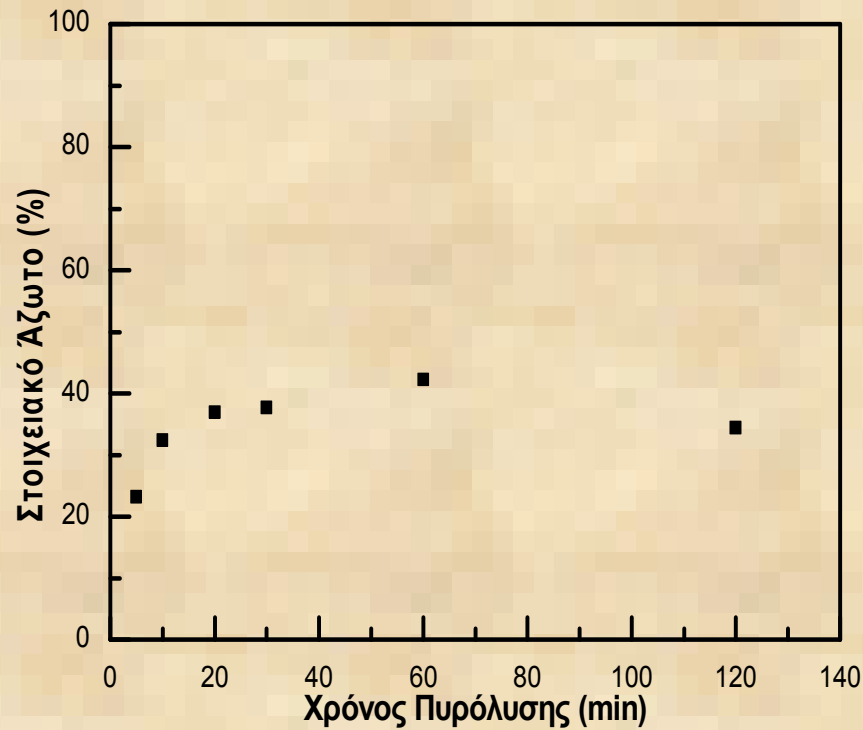


Επίδραση του χρόνου πυρόλυσης στον **βαθμό μετατροπής** των
εξανθρακωμάτων

2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Εναλλακτικών Καυσίμων και Βιοκαυσίμων, Απρίλιος 26 – 27, 2007, Λίμνη Πλαστήρα



Σχολιασμός Αποτελεσμάτων

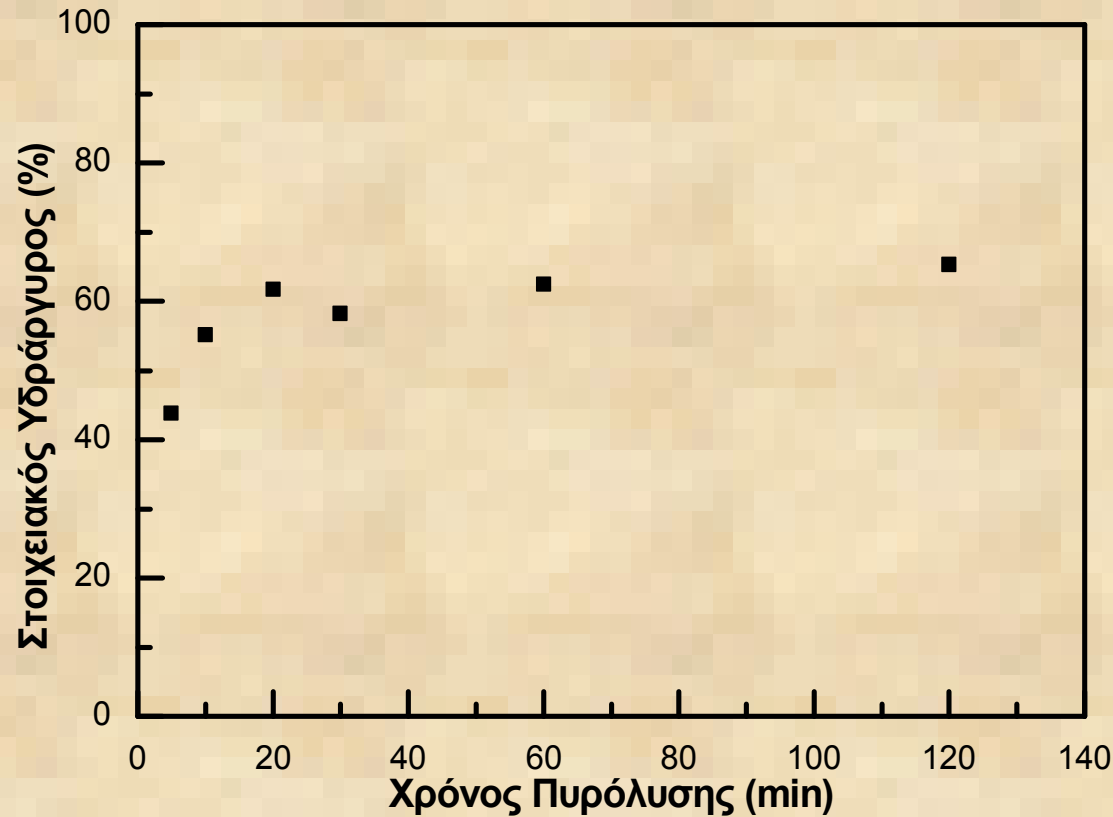


Επίδραση του χρόνου πυρόλυσης στην περιεκτικότητα των
εξανθρακωμάτων σε στοιχειακό **άζωτο** και **θείο**

2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Εναλλακτικών Καυσίμων και Βιοκαυσίμων, Απρίλιος 26 – 27, 2007, Λίμνη Πλαστήρα



Σχολιασμός Αποτελεσμάτων



Επίδραση του χρόνου πυρόλυσης στην περιεκτικότητα του
εξανθρακώματος σε στοιχειακό υδράργυρο

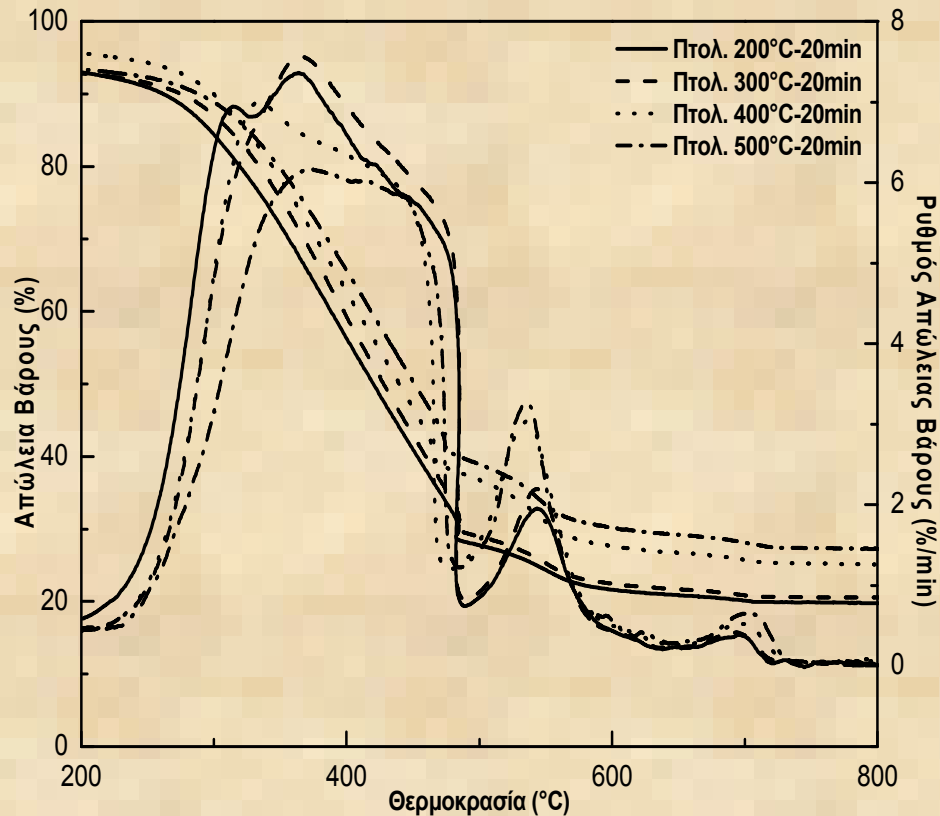
2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Εναλλακτικών Καυσίμων και Βιοκαυσίμων, Απρίλιος 26 – 27, 2007, Λίμνη Πλαστήρα



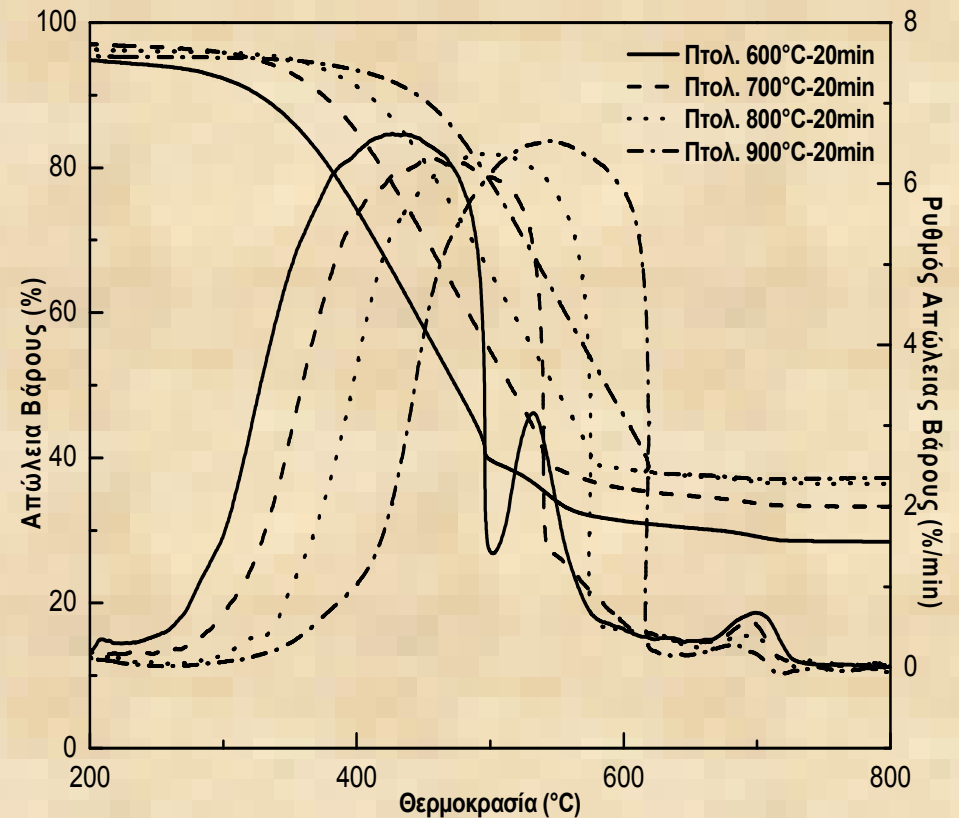
Σχολιασμός Αποτελεσμάτων



200-500°C



600-900°C



Απώλεια βάρους και ρυθμός απώλειας βάρους κατά την καύση των
εξανθρακωμάτων λιγνίτη Πτολεμαΐδας (200-900°C-20min)

2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Εναλλακτικών Καυσίμων και Βιοκαυσίμων, Απρίλιος 26 – 27, 2007, Λίμνη Πλαστήρα



Σχολιασμός Αποτελεσμάτων



Δραστικότητα

$$\frac{\left(\frac{dW}{dt} \right)}{-W} = A_0 \cdot e^{\frac{-E}{RT}}$$

W Αρχικό βάρος του εξανθρακώματος

A₀ Παράγοντας συχνότητας

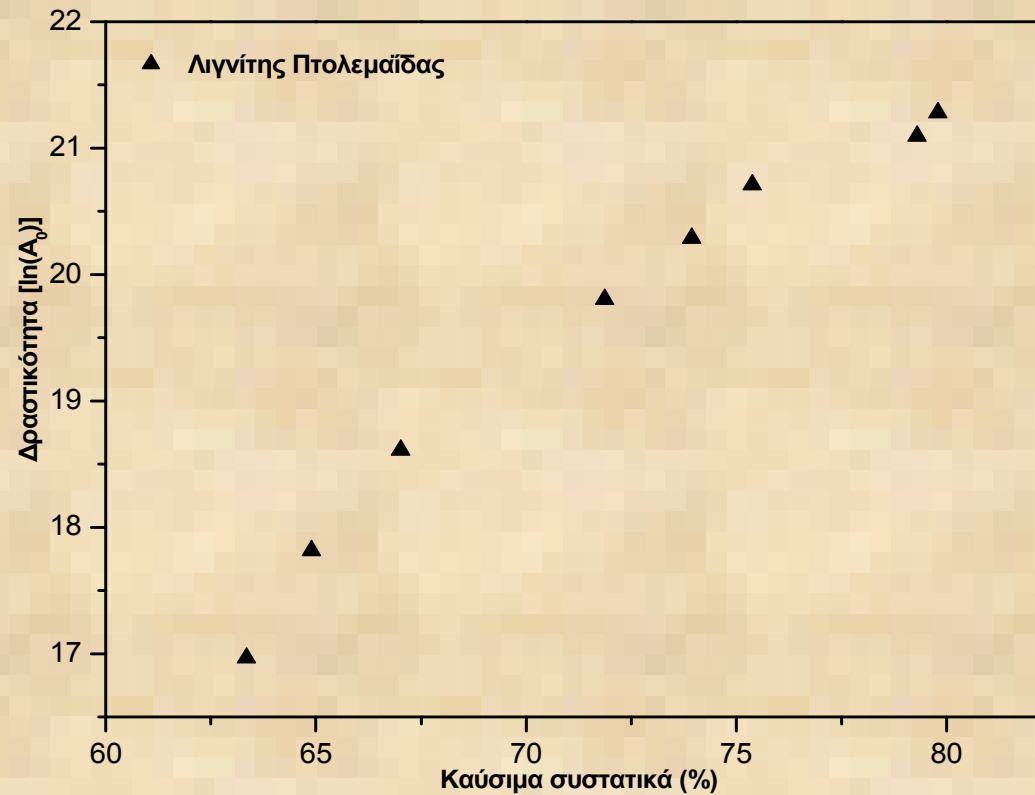
E Ενέργεια ενεργοποίησης (σταθερό. 130KJ/mol)

T Θερμοκρασία (K)

R Παγκόσμια σταθερά (8.314 Jmol⁻¹K⁻¹)



Σχολιασμός Αποτελεσμάτων

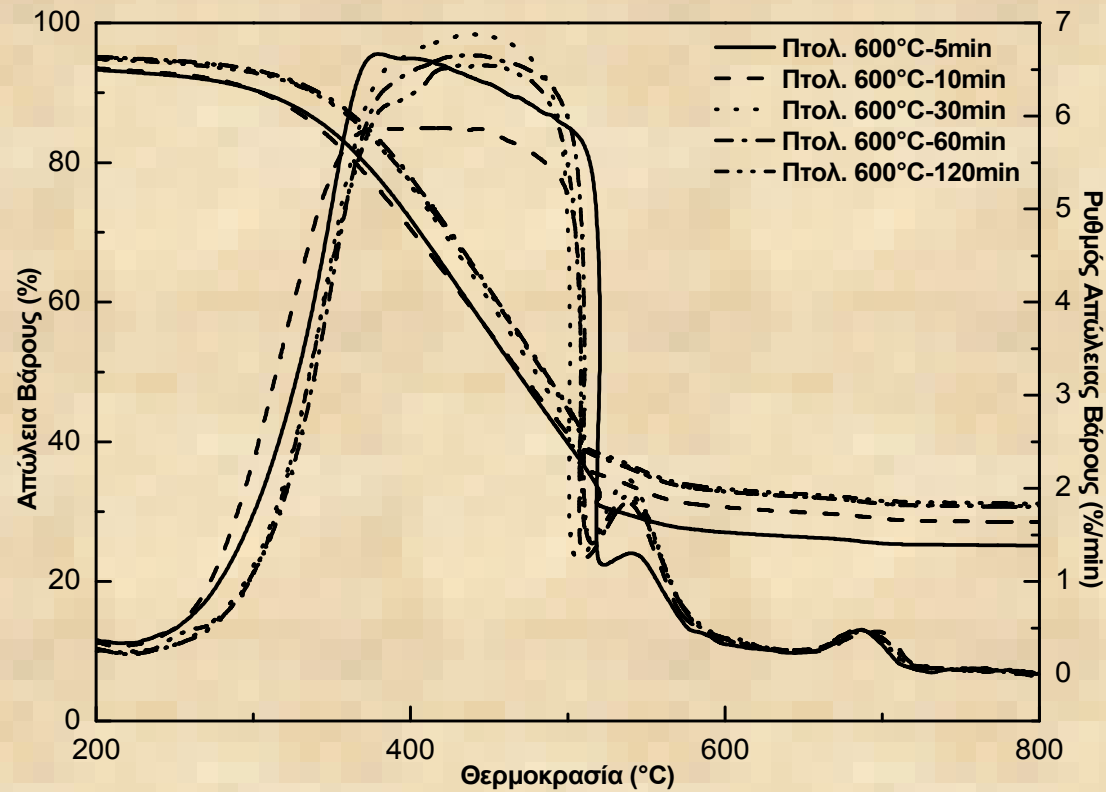


Δραστηκότητα των εξανθρακωμάτων σαν συνάρτηση των καύσιμων συστατικών (**μόνιμος άνθρακας και πτητικά**)

2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Εναλλακτικών Καυσίμων και Βιοκαυσίμων, Απρίλιος 26 – 27, 2007, Λίμνη Πλαστήρα



Σχολιασμός Αποτελεσμάτων



Καύση εξανθρακωμάτων σε διάφορους χρόνους (600°C για **5-120min**)



Συμπεράσματα



- Ανθρακοποίηση είναι αποτελεσματική μέθοδος για την παραγωγή “καθαρών” ανθράκων
- Ικανοποιητική απομάκρυνση των ρυπαντών S, N, Hg και Cl επιτυγχάνεται με ανθρακοποίηση στους 500-600°C και για 20min
- Αύξηση του χρόνου πυρόλυσης έχει μηδενική επίδραση στην απομάκρυνση των ρυπαντών και στην δραστικότητα των εξανθρακωμάτων



Ευχαριστώ !

2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Εναλλακτικών Καυσίμων και Βιοκαυσίμων, Απρίλιος 26 – 27, 2007, Λίμνη Πλαστήρα