ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ ΚΑΤΑΛΥΤΗ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΛΙΓΝΙΤΗ ΚΑΙ ΕΛΑΙΟΠΥΡΗΝΑ ΥΠΟ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ CO_2

Αθανάσιος Λαμπρόπουλος[1]*, Χρυσοβαλάντης Χρυσικός[1], Παναγιώτα Πασχάλη[2], Μιχάλης Κονσολάκης[3], Γεώργιος Ε. Μαρνέλλος[1,4]

1* Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Κοζάνη,

2 Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Κοζάνη

3 Σχολή Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά

4 Ινστιτούτο Διεργασιών και Ενεργειακών Πόρων, ΕΚΕΤΑ, Θεσσαλονίκη

****e-mail: alabropoulos@uowm.gr***

Η εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο της διδακτορικής διατριβής με τίτλο

"Αποδοτική μετατροπή λιγνίτη προς ηλεκτρική ενέργεια με ταυτόχρονη χρήση βιομάζας σε κυψέλη καυσίμου στερεού ηλεκτρολύτη υποβοηθούμενη μέσω εσωτερικής και εξωτερικής καταλυτικής αεριοποίησης"

Περιεχόμενα

- Ο ρόλος του άνθρακα στο παγκόσμιο και εγχώριο ενεργειακό σύστημα
- Ο ρόλος της βιομάζας (ελαιοπυρήνας) στο παγκόσμιο και εγχώριο ενεργειακό σύστημα
- Συμβατικές vs εναλλακτικές τεχνολογίες ενεργειακής αξιοποίησης λιγνίτη και βιομάζας

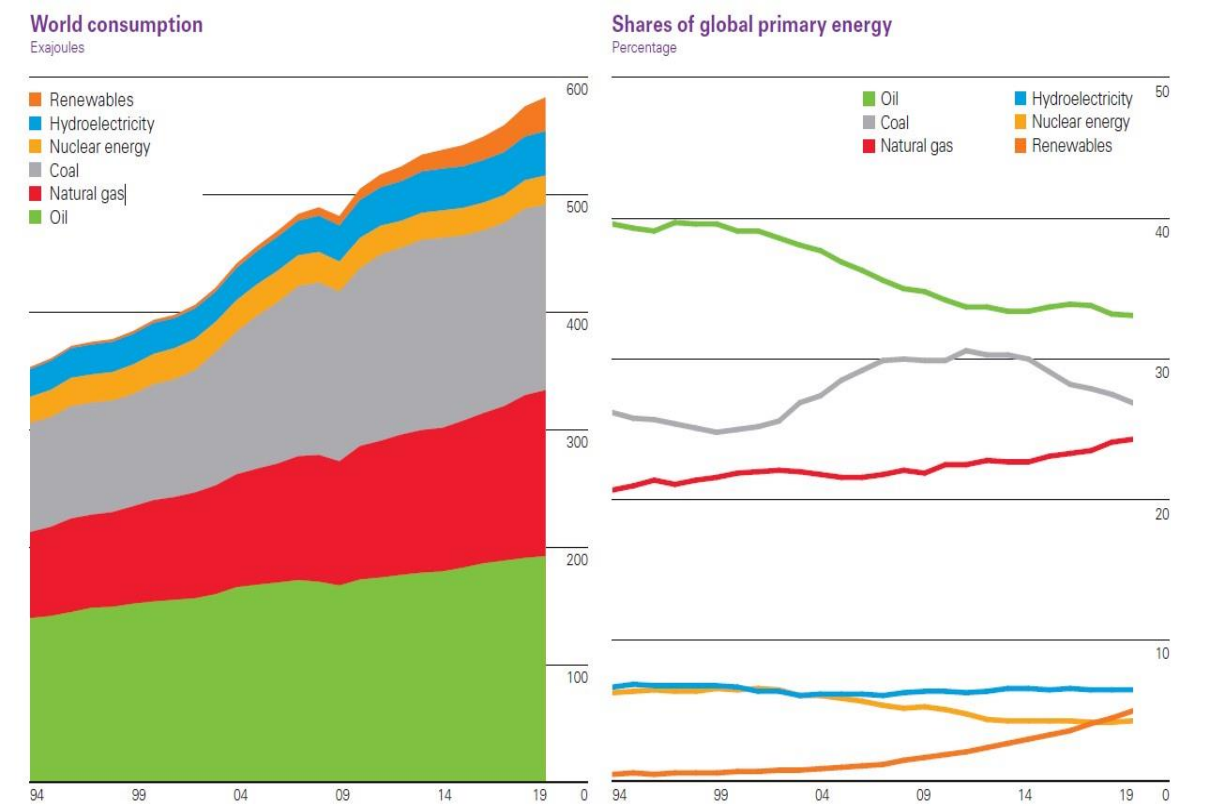
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

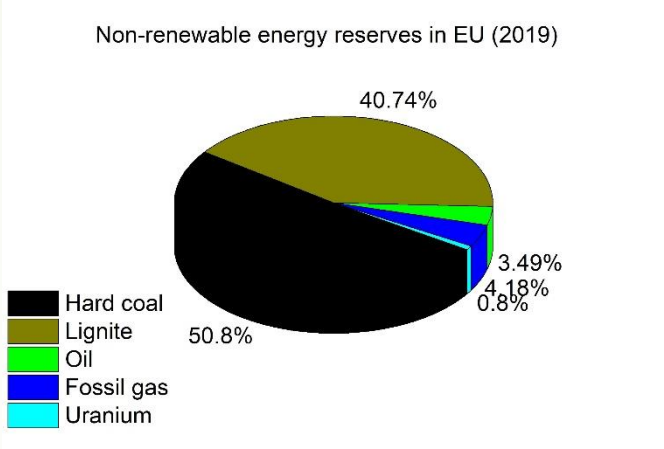
- Παραγωγή εξανθρακωμάτων
- Μέθοδοι χαρακτηρισμού των καυσίμων
- Αεριοποίηση λιγνίτη και παραγόμενων εξανθρακωμάτων

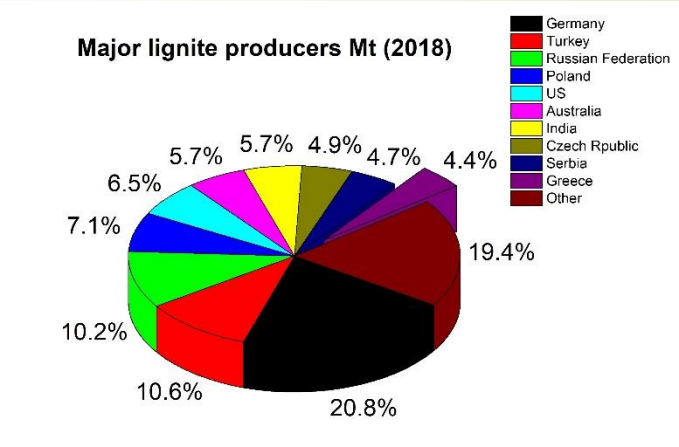
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

- Μη ισοθερμοκρασιακά πειράματα αεριοποίησης λιγνίτη και ελαιοπυρήνα
- Ισοθερμοκρασιακά πειράματα αεριοποίησης λιγνίτη και ελάιοπυρήνα
- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο ρόλος του άνθρακα στο Παγκόσμιο και Εγχώριο ενεργειακό σύστημα

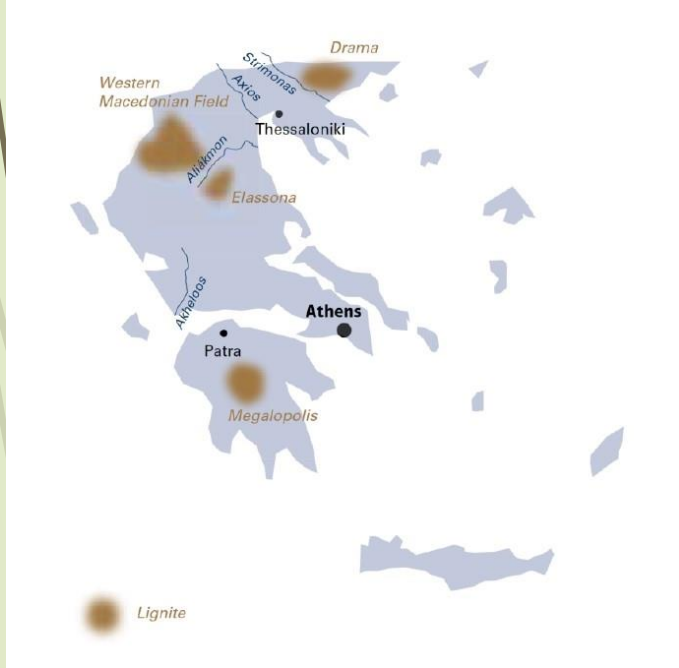


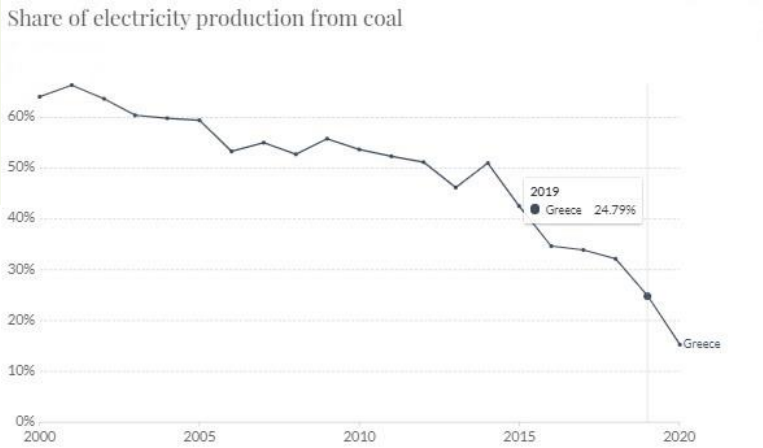


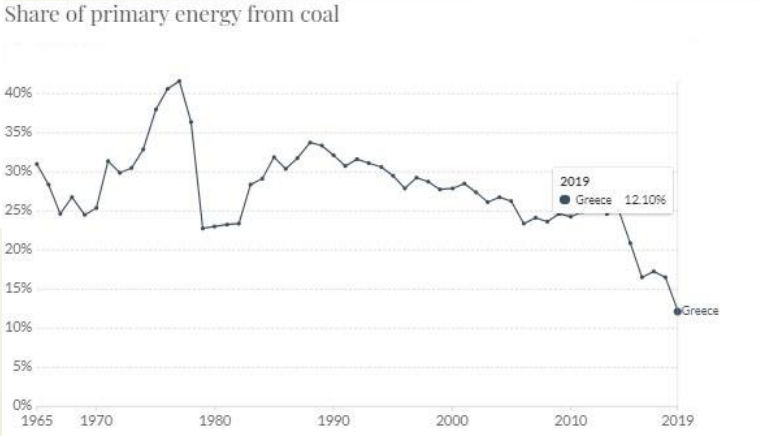


- **Αποτελεί το φθηνότερο και πιο άφθονο ορυκτό καύσιμο καλύπτοντας περίπου το 30% της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας.**
- **Ο λιγνίτης (άνθρακας χαμήλης θερμικής αξίας / 1261-1615 kcal/kg) αποτελεί το 45% των παγκόσμιων αποθεμάτων άνθρακα**

Ο ρόλος του άνθρακα στο Παγκόσμιο και Εγχώριο ενεργειακό σύστημα

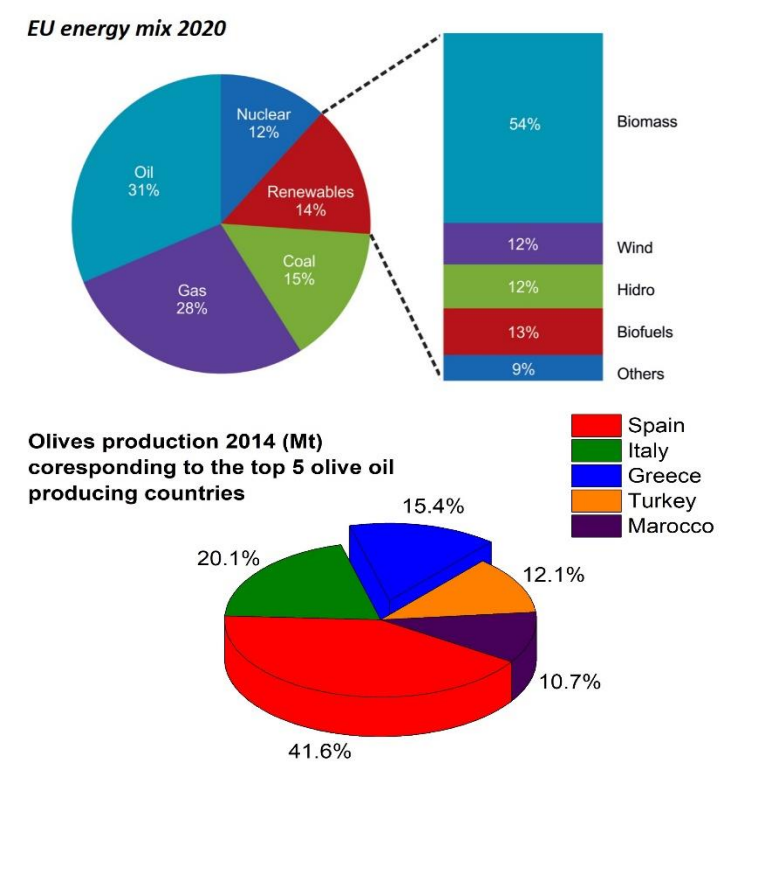






- **Συνολικά αποθέματα λιγνίτη ≈ 5 δισ. τόνοι**
- **Ενεργειακά εκμετ. αποθέματα λιγνίτη ≈ 3.2 δισ. τόνοι**
- **Με βάση το σημερινό ρυθμό κατανάλωσης τα εν. αποθέματα επαρκούν για ≈ 50 έτη**
- **Παραγωγή λιγνίτη ≈ 36.5 εκατ. Τόνους (2018),**

Ο ρόλος της βιομάζας στο Παγκόσμιο και Εγχώριο ενεργειακό σύστημα



- Η καλλιέργεια της ελιάς αποτελεί σημαντική γεωργική δραστηριότητα στην Ελλάδα και διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στον γεωργικό τομέα και στην εξαγωγή τροφίμων της χώρας.
- Η Ελλάδα διαθέτει την τρίτη μεγαλύτερη βιομηχανία παραγωγής ελαιολάδου στον κόσμο. Περίπου 400.000 τόνοι παράγονται ετησίως παραγωγή που καλύπτει σχεδόν το 15% της παγκόσμιας παραγωγής ελαιολάδου

Συμβατικές vs εναλλακτικές τεχνολογίες ενεργειακής αξιοποίησης λιγνίτη

- **Η χρήση λιγνίτη στους συμβατικούς ΑΗΣ συνδέεται με διάφορα ζητήματα όπως η χαμηλή θερμική απόδοση και οι υψηλές εκπομπές ρύπων ανά παραγόμενη MWh**

- **Η απότομη σταδιακή κατάργηση του άνθρακα χωρίς εναλλακτικές στρατηγικές για την αποτελεσματική διαφοροποίηση της περιφερειακής οικονομίας θα έχει σοβαρές κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις, όπως αποκάλυψε η πρόσφατη μελέτη του ΔΠΘ**

- **Στο πλαίσιο αυτό, η Ακαδημία Αθηνών, στην έκθεση για την μετα-λιγνιτική εποχή στην Ελλάδα, τόνισε τη σημασία μιας εναλλακτικής διαδρομής μετατροπής ενέργειας για τον λιγνίτη που περιλαμβάνει την αεριοποίησή του σε αέριο σύνθεσης**

- **Ο ελαιοπυρήνας αξιοποιείται ήδη ως στερεό καύσιμο βιομάζας χαμηλού κόστους (0,046 £ / kg) και χρησιμοποιείται κυρίως για συμβατική καύση. Ωστόσο, ο ελαιοπυρήνας δεν έχει ακόμη αξιοποιήσει πλήρως τις δυνατότητές του ως εναλλακτικό βιοκαύσιμο**

Συμβατικές vs εναλλακτικές τεχνολογίες ενεργειακής αξιοποίησης λιγνίτη

- **Η πυρόλυση χαμηλής αξίας ανθράκων όπως ο λιγνίτης, οδηγεί σε εξανθρακώματα με καλύτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά καυσίμου σε σχέση με το πρωτογενές καύσιμο**
  - ✓ **υψηλότερη ενεργειακή πυκνότητα,**
  - ✓ **περισσότερο ομοιογενή σύσταση επιτρέποντας την χρήση μίγματος καυσίμων,**
  - ✓ **καλύτερη υδροφοβική συμπεριφορά,**
  - ✓ **βελτιωμένες ιδιότητες άλεσης**

- **Η αεριοποίηση στερεών καυσίμων λαμβάνει χώρα στο θερμοκρασιακό εύρος 700 – 1200 ^{o}C, παράγοντας ένα αέριο μίγμα αποτελούμενο από H_2, CO, CO_2, CH_4 και ελαφρούς υδρογονάνθρακες, με τη σύσταση του να εξαρτάται από τις συνθήκες λειτουργίας (π.χ. θερμοκρασία, μέσο αεριοποίησης, χρόνος παραμονής, κ.α.).**

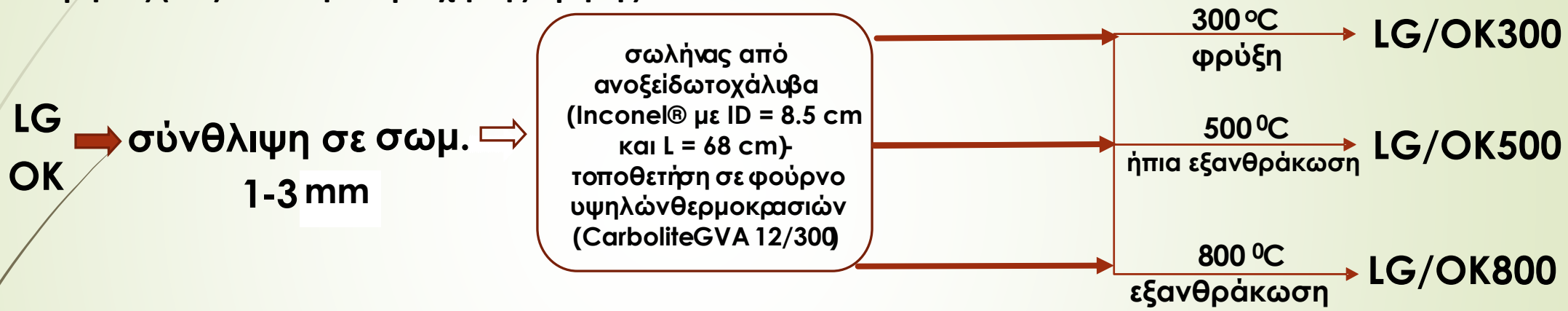
Σκοπός της Μελέτης

- Διερεύνηση της επίδρασης της θερμικής επεξεργασίας λιγνίτη και ελαιοπυρήνα, της θερμοκρασίας αεριοποίησης και της προσθήκης μίγματος ανθρακικών αλάτων στην απόδοση αεριοποίησης ως προς την παραγωγή αερίου σύνθεσης με μέσο αεριοποίησης CO_2

- Η αξιοποίηση του εγχώριων στερεών καυσίμων και βιοκαυσίμων μέσω πυρόλυσης και αεριοποίησης μπορεί να αποτελέσει μία ενδιάμεση λύση για μία ομαλότερη μετάβαση σε μία οικονομία χαμηλού άνθρακα.

Παραγωγή εξανθρακωμάτων

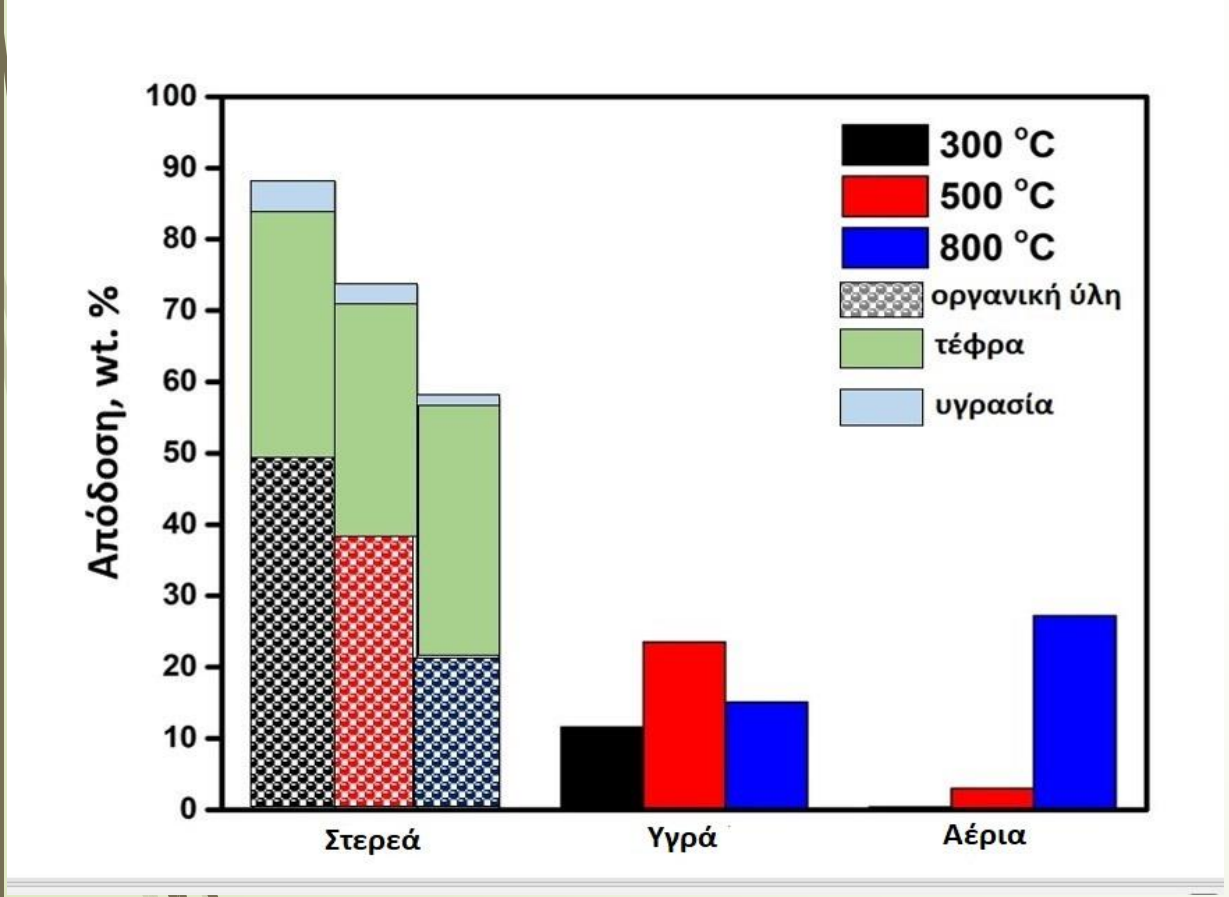
- Ως πρωτογενές καύσιμο χρησιμοποιήθηκε Λιγνίτης (LG) από την Δυτική Μακεδονία (Νότιο Πεδίο) και ελαιοπυρήνας (OK) από την περιοχή της Κρήτης



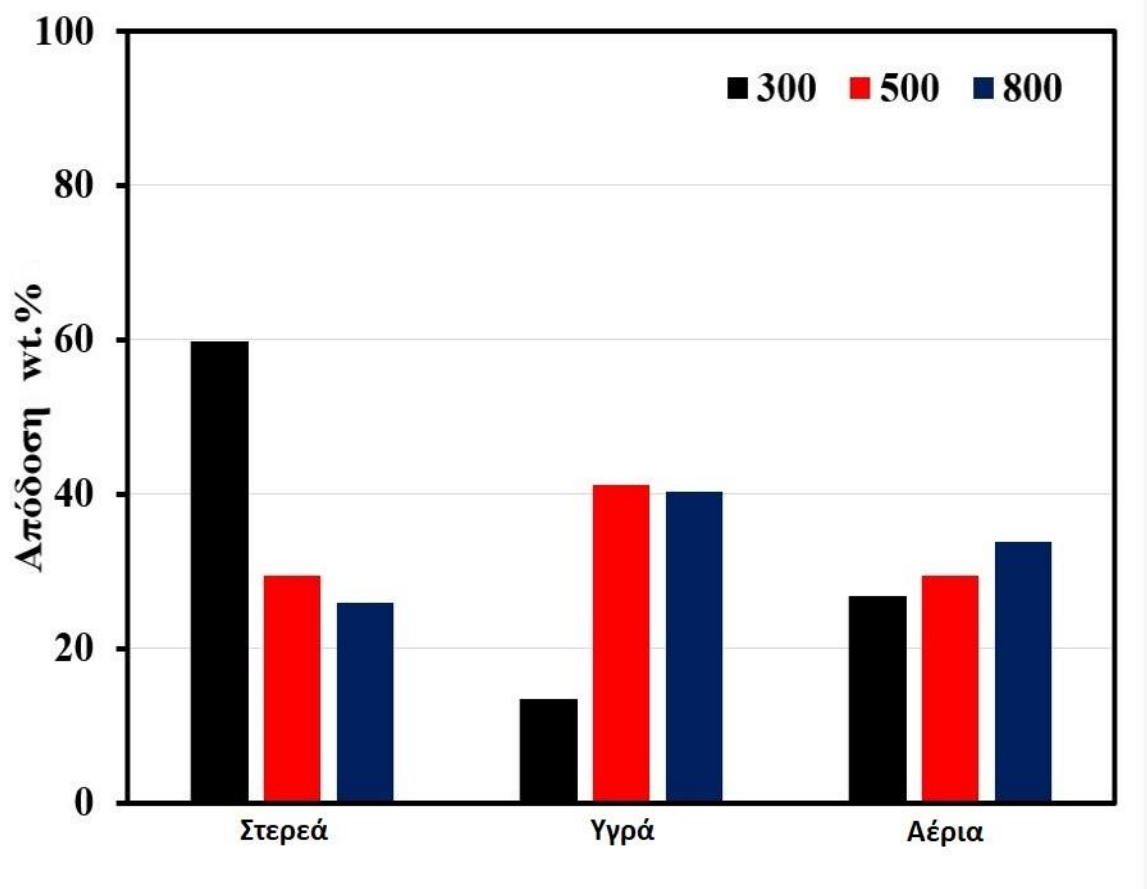
- Σε κάθε περίπτωση, η θερμική επεξεργασία έλαβε χώρα υπό ροή N_2 (250 cm^3/min) και ρυθμό θέρμανσης 20 °C/min, ως την τελική θερμοκρασία εξανθράκωσης, η οποία διατηρούνταν σταθερή για 1 h. Στην συνέχεια τα δείγματα ψύχθηκαν με φυσικό τρόπο υπό την ίδια ροή N_2.

Παραγωγή εξανθρακωμάτων

LG



OK



Μέθοδοι Χαρακτηρισμού Καυσίμων

LG/OK
LG/OK300
LG/OK500
LG/OK800

Χημική Σύσταση	Στοιχειακή & Προσεγγιστική Ανάλυση, XRF, EDX
Ειδική Επιφάνεια	BET
Μορφολογία	SEM
Φασματοσκοπία Υπερύθρου	FT-IR

Στοιχειακή &Προσεγγιστική Ανάλυση, Δομή LG

	Στοιχειακή ανάλυση (κ.β.%)					Προσεγγιστική ανάλυση (κ.β.%)			
	C	H	N	O	S	Υγρασία	Τέφρα (ξ.β)	Πτητική ύλη (ξ.β)	Σταθερός άνθρακας (ξ.β)
LG	36.22	2.94	1.05	18.63	0.97	7.67	40.18	41.85	17.96
LG300	36.32	2.75	1.05	16.93	0.92	3.36	42.03	38.84	19.12
LG500	35.26	1.75	0.99	12.53	0.68	2.82	48.79	29.31	21.89
LG800	34.01	1.01	0.73	0.37	0.90	0.91	62.97	11.79	25.23

	BET(m^2/g)	Όγκος Πόρων (cm^3/g)	Διάμετρος Πόρων (nm)
LG	7.17	0.034	11.3
LG300	4.5	0.036	17.5
LG500	19.5	0.055	8.4
LG800	190.6	0.12	3.4

Αύξηση θερμοκρασίας πυρόλυσης

Μείωση περιεκτικότητας σε Πτητική ύλη Οξυγόνο και H_2O

Αύξηση Σταθερού Άνθρακα & Τέφρας

- **Η ειδική επιφάνεια αυξάνεται κατά την αύξηση της θερμοκρασίας θερμικής επεξεργασίας**
- **Παρόμοια συμπεριφορά εμφανίζει και ο όγκος των πόρων, σε αντίθεση με την μέση διάμετρο των πόρων που παρουσιάζει μονότονη πτώση με την αύξηση της θερμικής επεξεργασίας**

Στοιχειακή &Προσεγγιστική Ανάλυση, Δομή ΟΚ

	Στοιχειακή ανάλυση (κ.β.%)					Προσεγγιστική ανάλυση (κ.β.%)			
	C	H	N	O	S	Υγρασία	Τέφρα	Πτητική ύλη	Σταθερός άνθρακας
ΟΚ	50.2	5.9	0.7	40.2	0.02	7.4	2.9	75.8	13.9
ΟΚ300	63.4	5.2	1.0	26.5	0.1	4.0	3.9	54.3	37.8
ΟΚ500	81.9	2.9	0.8	8.0	0.0	4.5	6.4	15.0	74.1
ΟΚ800	86.5	0.8	0.8	4.1	0.1	6.4	7.8	6.1	79.7

Αύξηση θερμοκρασίας πυρόλυσης

Μείωση περιεκτικότητας σε Πτητική ύλη Οξυγόνο και H_2O

Αύξηση Σταθερού Άνθρακα & Τέφρας

	BET(m^2/g)	Όγκος Πόρων (cm^3/g)	Πορώδες (%)
ΟΚ	<3	0.09	11
ΟΚ300	<3	0.14	14
ΟΚ500	<3	0.70	52
ΟΚ800	<3	1.00	56

- **Η χαμηλή ειδική επιφάνεια (BET) που παρατηρείται σε όλα τα καύσιμα μπορεί να αποδοθεί σε φαινόμενα όπως η διάχυση ,η τήξη και την ανθρακοποίηση που μπλοκάρουν τους μικροπόρους**
- **Αύξηση πορώδους και όγκου πόρων με την αύξηση της θερμοκρασίας της θερμικής επεξεργασίας**

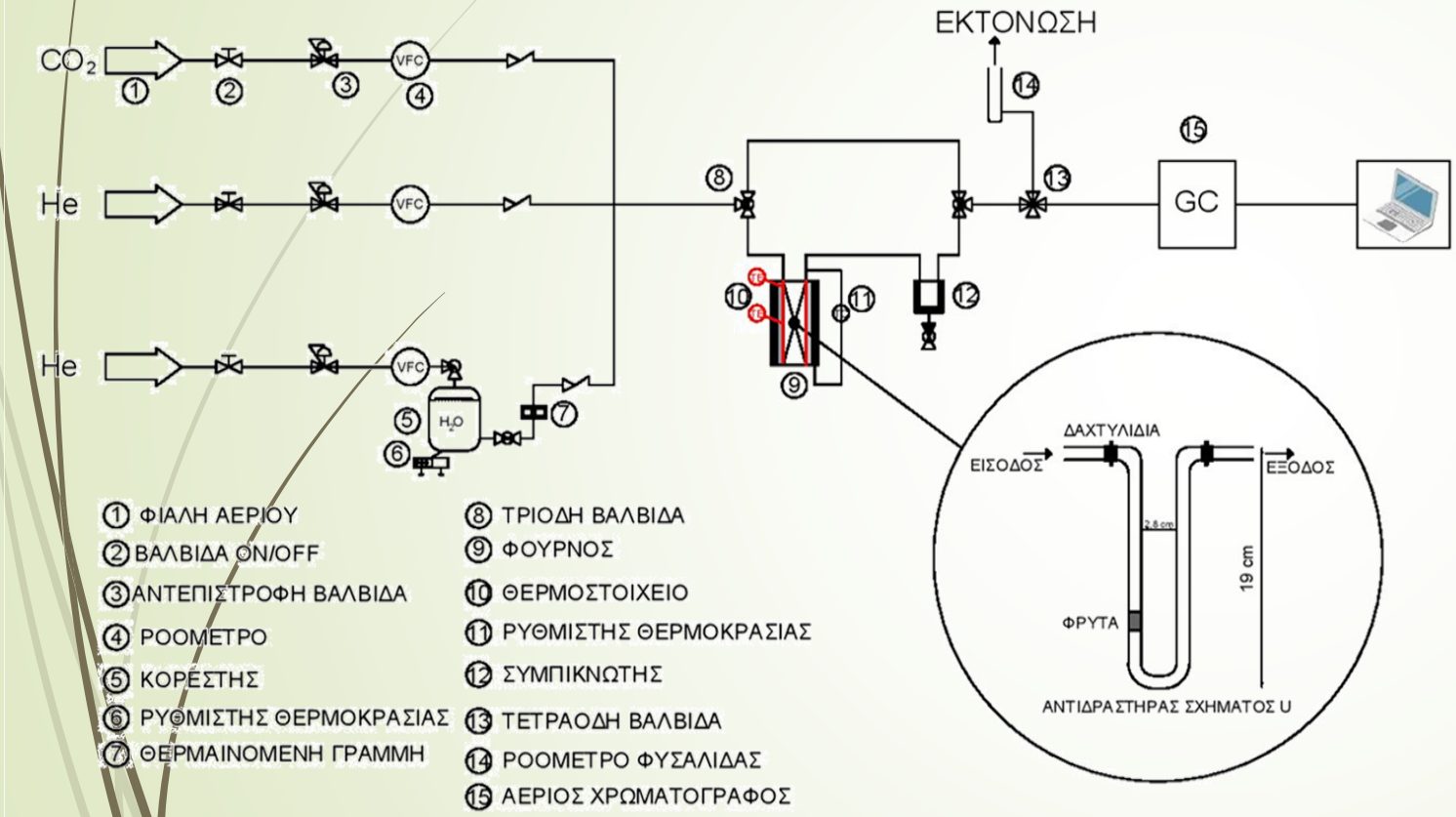
XRF – Ανάλυση τέφρας

	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	Cl	SO_3	K_2O	CaO	Fe_2O_3	TiO_2
LG	2.16	5.11	14.79	34.19	0.38	0.02	5.86	0.96	30.21	5.19	0.8
LG300	2.18	5.15	14.76	34.33	0.39	0.02	5.68	0.97	30.23	5.15	0.82
LG500	1.61	5.04	14.96	34.84	0.41	0.02	3.7	0.99	31.77	5.48	0.83
LG800	1.58	5.33	14.51	33.74	0.4	0.02	5.09	1	31.73	5.45	0.83

	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	Cl	SO_3	K_2O	CaO	Fe_2O_3	TiO_2
OK	16.79	0.64	0.09	1.42	3.88	7.27	4.51	46.91	17.58	0.394	0.02
OK300	14.41	2	0.09	1.26	4.46	6.52	2.74	52.48	14.84	0.283	0.02
OK500	12.53	2.24	0.06	1.49	4.3	3.26	1.31	57.92	16.36	0.43	0.04
OK800	13.25	2.37	0.04	1.38	4.35	3.71	1.45	53.61	18.46	0.897	0.07

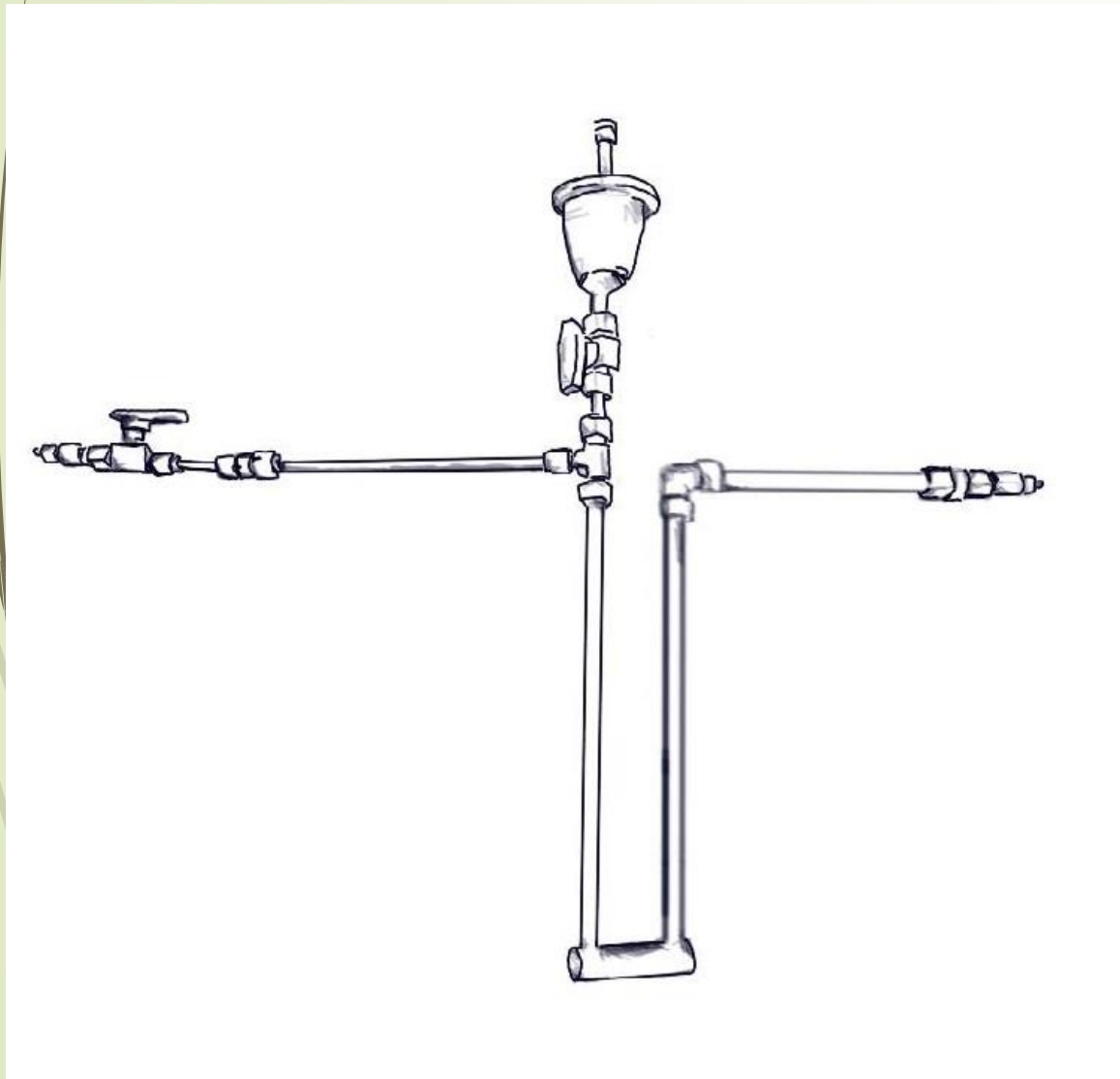
- τα κύρια συστατικά της τέφρας του λιγνίτη είναι τα SiO_2, CaO και Al_2O_3, ακολουθούμενα από χαμηλότερες ποσότητες Fe_2O_3, SO_3, MgO και Na_2O, ενώ παρατηρήθηκαν επίσης μικρές ποσότητες K_2O, TiO_2, P_2O_5 και Cl
- τα κύρια συστατικά της τέφρας του ελαιοπυρήνα είναι τα K_2O, CaO και ακολουθούμενα από χαμηλότερες ποσότητες SiO_2 και Na_2O
- Τα οξείδια των αλκαλίων και των αλκαλικών γαιών (MgO, CaO and K_2O) εμφανίζουν καταλυτική συμπεριφορά στην διεργασία της αεριοποίσης
- Τα οξίδεια SiO_2 και Al_2O_3 εμφανίζουν αναχαιτιστική δράση

Πειραματική Διάταξη



- **ID = 0.8 cm – αντιδραστήρας χαλαζία σχήματος U**
- **Ασυνεχής λειτουργία**
- **Ποσότητα καυσίμου = 100/500 mg**
- **Καταλύτης (Li_2KCO_3) = 20/100 mg**
- **Μέσα αεριοποίησης: καθαρό CO_2**
- **Ογκομετρικός ρυθμός τροφοδοσίας = 30 cm^3/min**
- **T= 300 – 950 ^oC με ρυθμό θέρμανησς= 2 ^oC/min**

Πειραματική Διάταξη

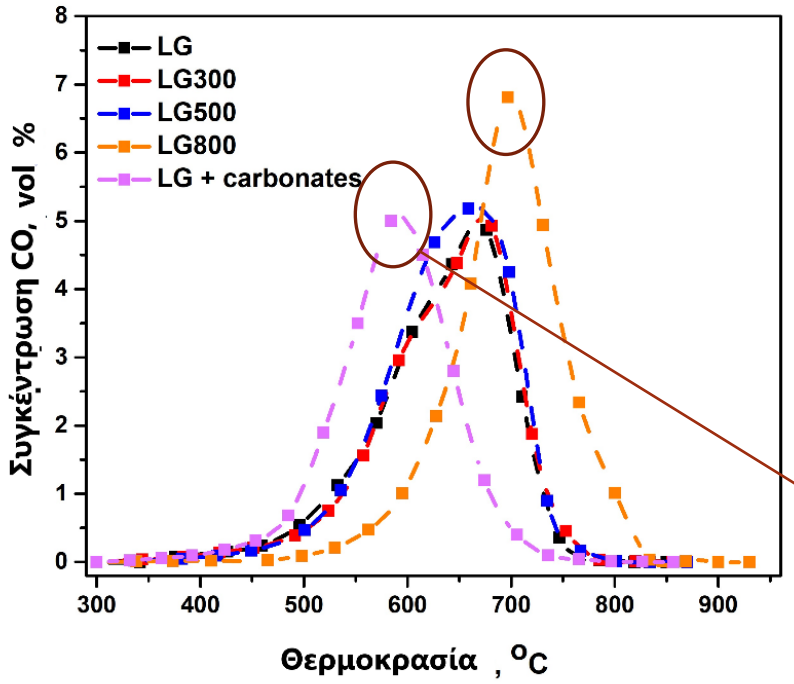


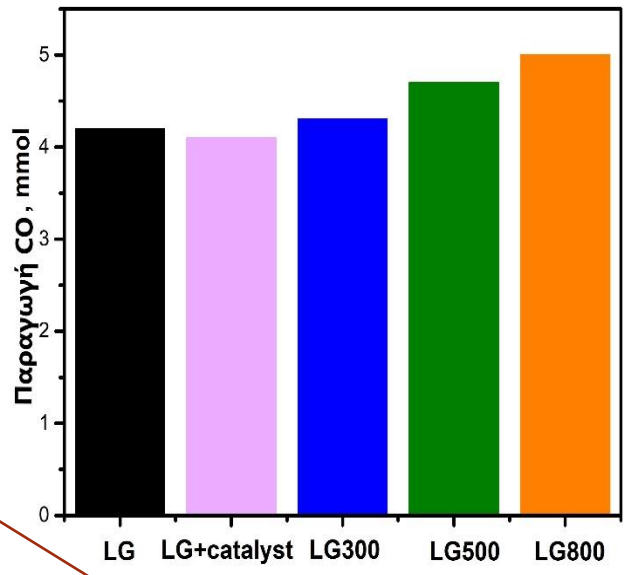
- ✓ **Μέτρηση από την έναρξη της αεριοποίησης: Στιγμιαία(c.a 30 sec.), 1,2,3,4,5,7,10,14, 17, 22, 27, 35, 40, 45, 40, 50, 55, 60 min. και στη συνέχεια κάθε δέκα λεπτά μέχρι την εξάντληση του καυσίμου**
- ✓ **T = 700-800 ^{o}C**

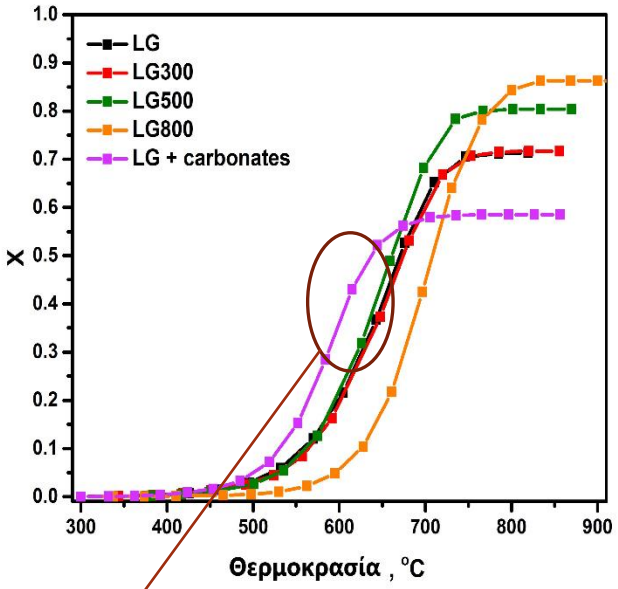
$$Y_{CO}(mol) = \int_0^{t_f} \frac{F_t \cdot y_{CO}}{V_M \cdot 100} \cdot dt$$

$$X_c = \frac{\sum_0^t Y_{CO} \cdot 12}{2 \cdot m \cdot w_c}$$

Μη ισοθερμοκρασιακά πειράματα LG





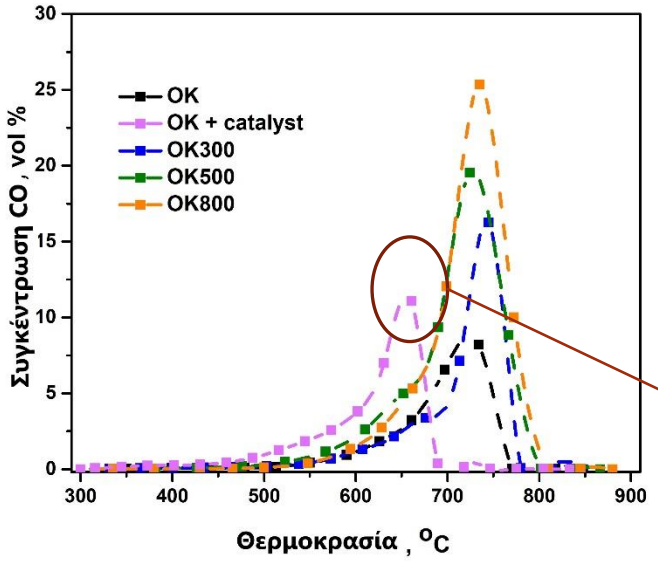


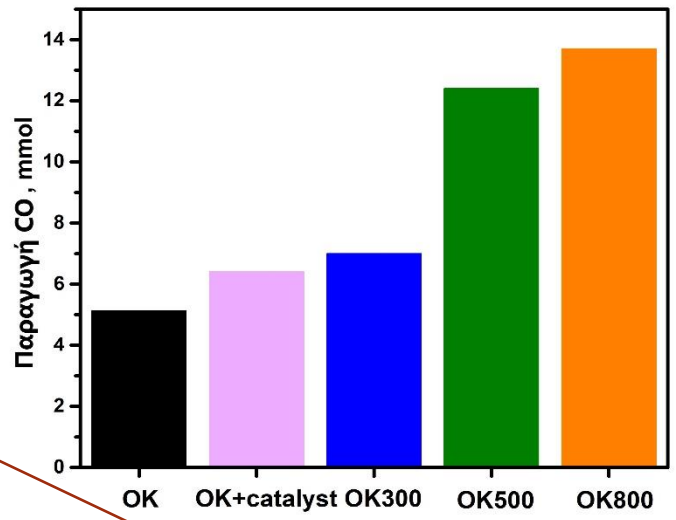
Σε όλες τις περιπτώσεις, το CO ήταν το κυριότερο παραγόμενο προϊόν, με την παραγωγή του να ξεκινάει μετά τους 500 °C λόγω της αντίδρασης Boudouard ($C + CO_2 \rightarrow 2CO$)

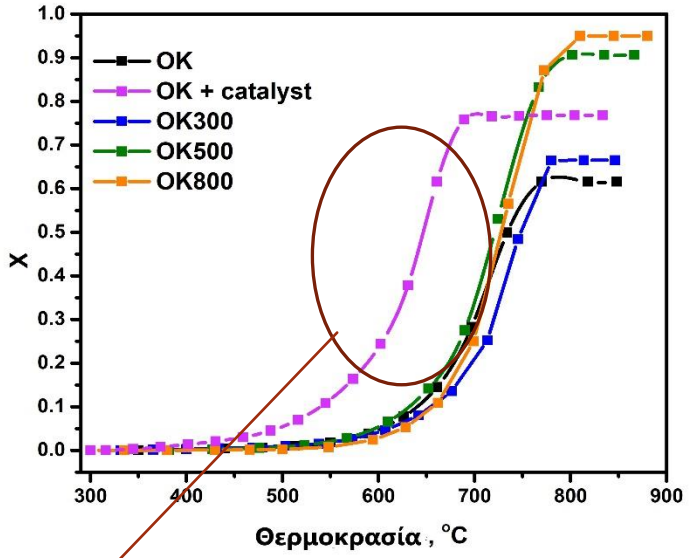
Η προσθήκη καταλύτη στον πρωτογενή λιγνίτη οδήγησε:

- **στην μεγιστοποίηση της συγκέντρωσης του παραγόμενου CO σε χαμηλότερη θερμοκρασία (550 °C)**
- **ευνόησε παράλληλα την μετατροπή του άνθρακα σε χαμηλότερες θερμοκρασίες**

Μη ισοθερμοκρασιακά πειράματα ΟΚ





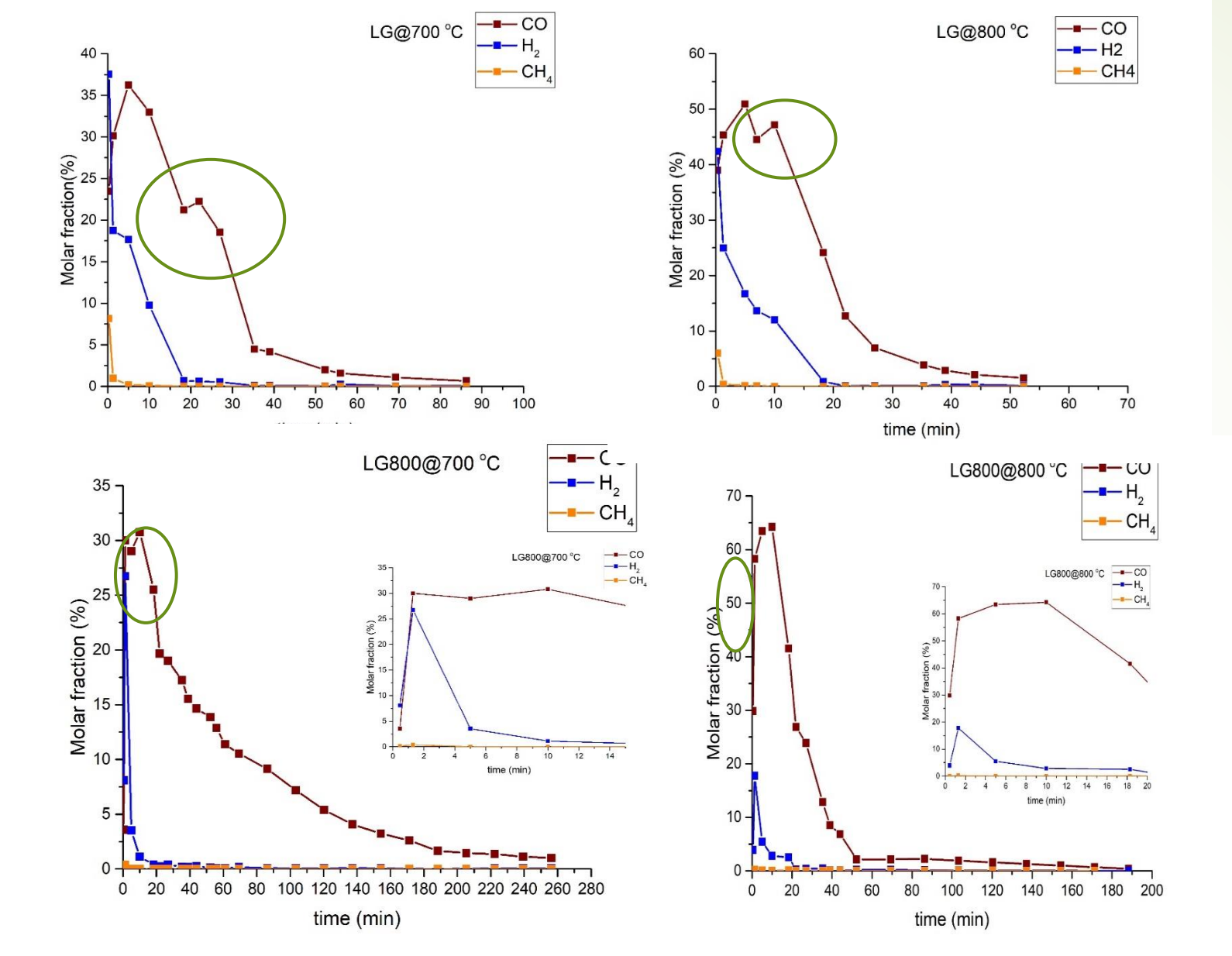


- **Το CO ήταν και πάλι το κυριότερο παραγόμενο προϊόν ακολουθούμενο από μικρότερες ποσότητες H_2 και CH_4**
- **Η απόδοση της αντίδρασης της αεριοποίησης : ΟΚ800>ΟΚ500>ΟΚ300>ΟΚ**

Η προσθήκη καταλύτη στον πρωτογενή λιγνίτη οδήγησε:

- **στην μεγιστοποίηση της συγκέντρωσης του παραγόμενου CO σε χαμηλότερη θερμοκρασία (650 °C)**
- **στην αύξηση της μετατροπής του άνθρακα**
- **στην αύξηση της παραγωγής του CO κατά 20%**

Ισοθερμοκρασιακά πειράματα LG



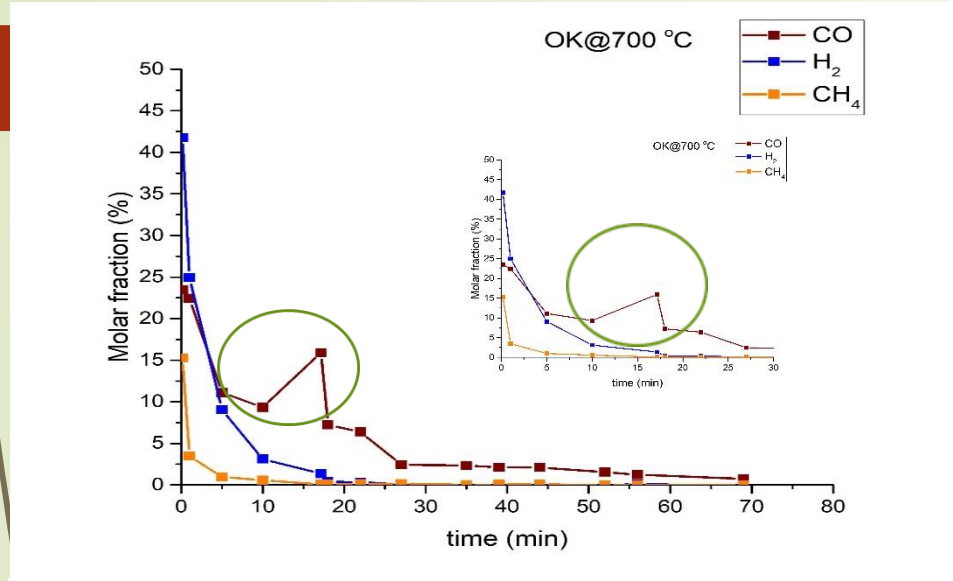
- ***H_2 και CH_4***

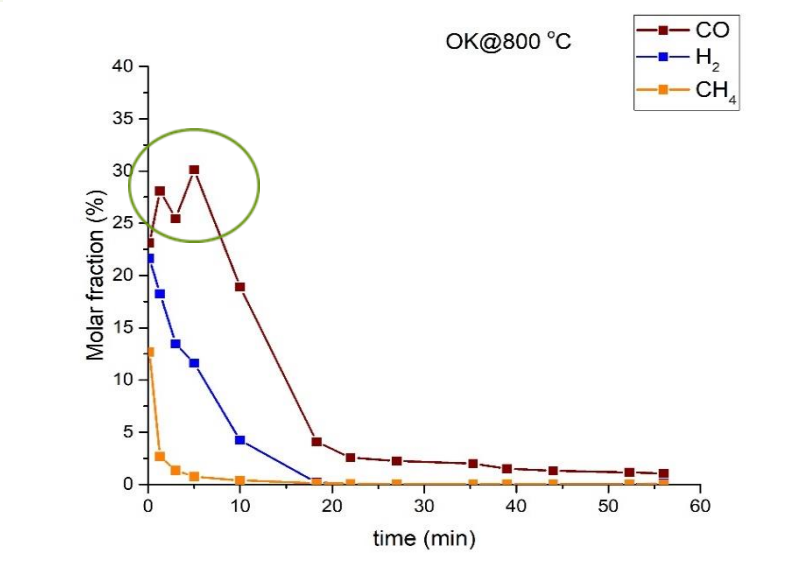
1. **αποδίδονται σε αντιδράσεις πυρόλυσης και θερμικής διάσπασης της πίσσας και εμφανίζονται κατά τη διάρκεια των πρώτων λεπτών της διεργασίας**
2. **χαμηλότερες συγκεντρώσεις στο θερμικά επεξεργασμένο δείγμα σε πλήρη συμφωνία με την περιεκτικότητά τους σε πτητική ύλη**

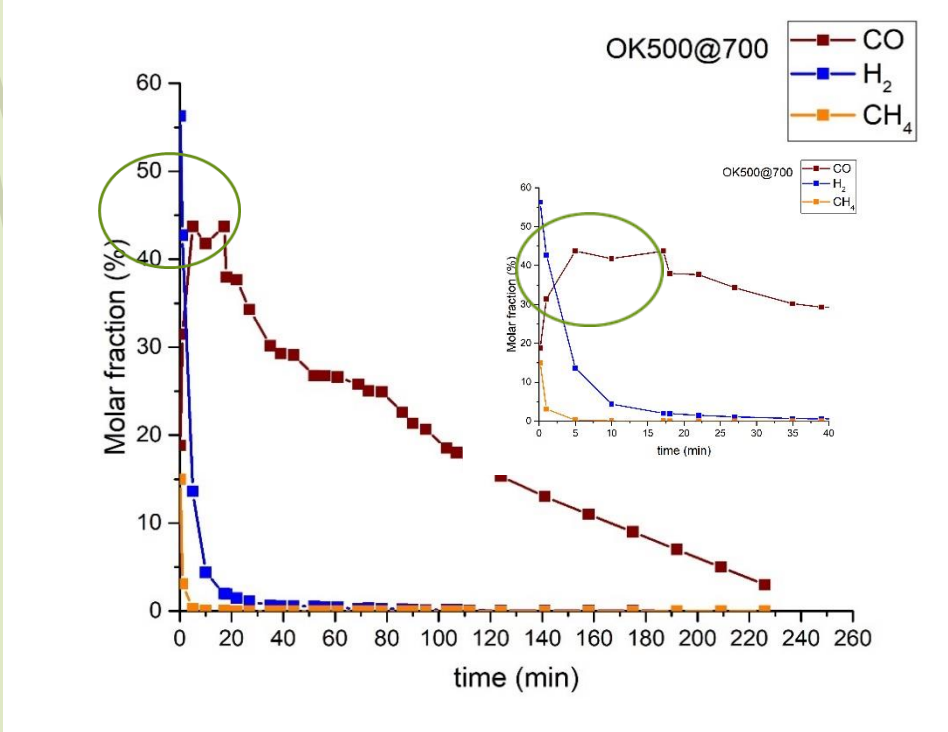
- ***CO***

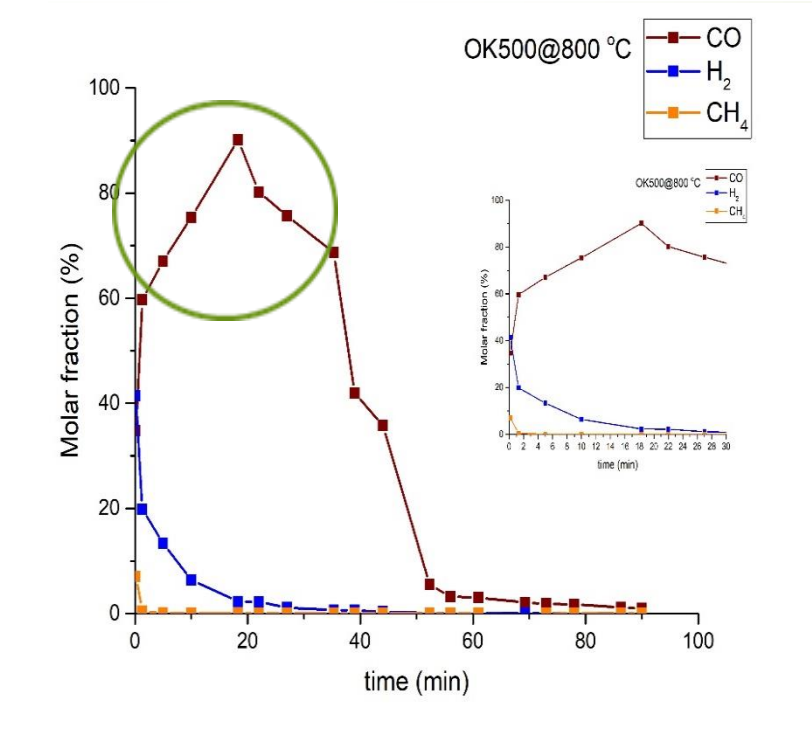
1. **Η παρουσία του στα πρώτα λεπτά αποδίδεται στις αντιδράσεις πυρόλυσης**
2. **Ο χρόνος για τη διεργασία της πυρόλυσης διαφέρει από τα πρωτογενή δείγματα στα θερμικά κατ΄ αντιστοιχεία με την περιεκτικότητά τους σε πτητική ύλη**
3. **Η παραγωγή CO μετά το στάδιο της πυρόλυσης αποδίδεται στη BR reaction ($C+CO_2$->2CO)**
4. **Η αύξηση της$T_{αέρ}$ μειώνει τόσο το χρόνο της πυρόλυσης όσο και ενισχύει το παραγόμενο CO που αποδίδεται στην αντίδραση της αεριοποίησης (αύξηση του ρυθμού αντίδρασης BR)**

Ισοθερμοκρασιακά πειράματα ΟΚ





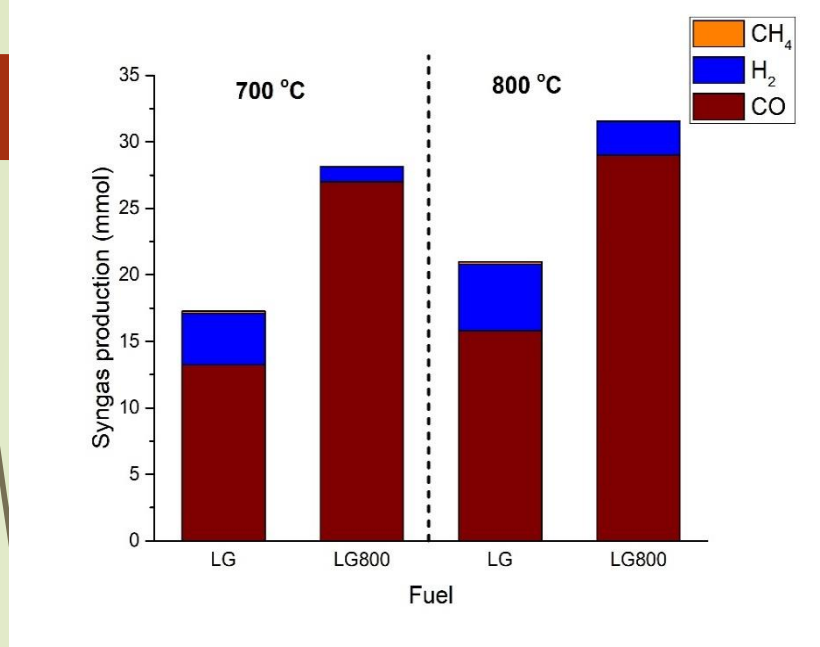




- **Η παραγωγή H_2 και CH_4 συμπεριφέρεται με παρόμοιο τρόπο όπως στην περίπτωση του λιγνίτη όπου η εμφάνισή τους αντικατοπτρίζει τις διεργασίες πυρόλυσης και θερμικής διάσπασης των βαρέων υδρογονανθράκων της πίσσας**

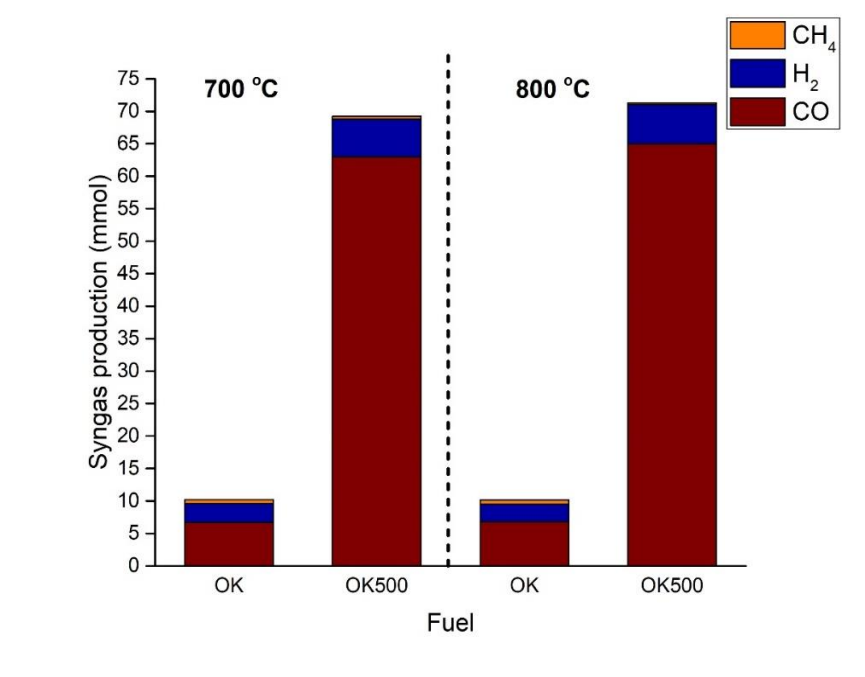
- **Η διάρκεια της διεργασίας της αεριοποίησης είναι μεγαλύτερη στο δείγμα ΟΚ500 στους 800 ^oC λόγω της ιδιαίτερα υψηλότερης περιεκτικότητάς του σε άνθρακα σε σύγκριση με το πρωτογενές καύσιμο(79,1 και 13,9 % αντίστοιχα) και στο γεγονός ότι η αντίδραση BR ευνοείται θερμοδυναμικά κατά την αύξηση της θερμοκρασίας**

Παραγωγή αερίου σύνθεσης



CO_2 Gasification @700 °C	CO (mmol)	H_2 (mmol)	CH_4 (mmol)
LG	13.2	3.85	0.18
LG800	27	1.1	0.018

CO_2 Gasification @800 °C	CO (mmol)	H_2 (mmol)	CH_4 (mmol)
LG	15.8	5	0.17
LG800	29	2.4	0.017

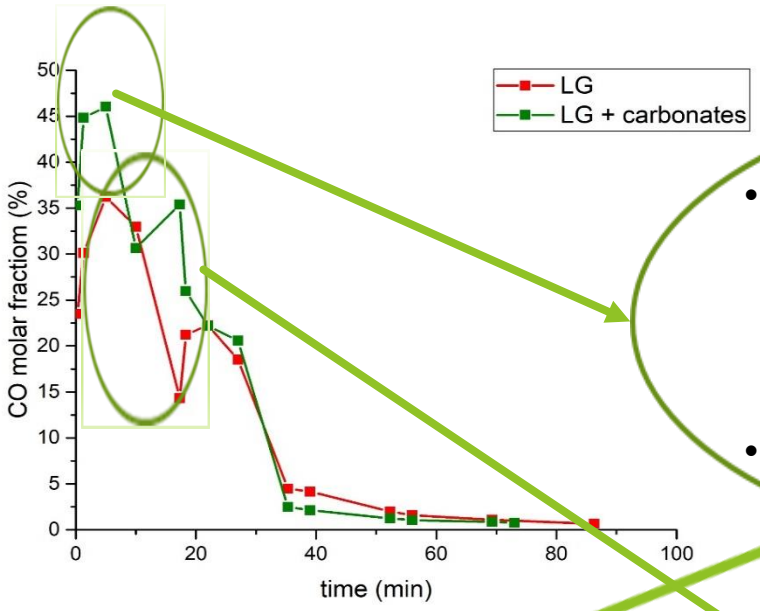


CO_2 Gasification @700 °C	CO (mmol)	H_2 (mmol)	CH_4 (mmol)
OK	6.7	3	0.6
OK500	63	5.8	0.42

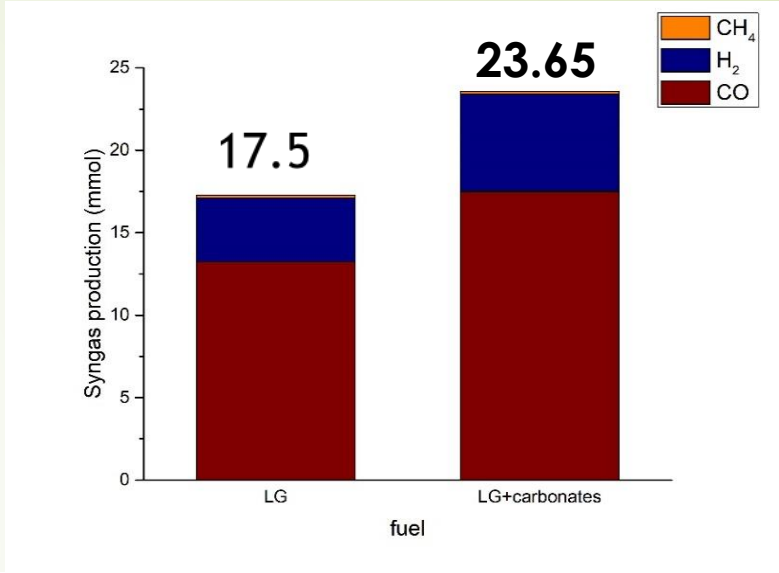
CO_2 Gasification @800 °C	CO (mmol)	H_2 (mmol)	CH_4 (mmol)
OK	6.83	2.8	0.6
OK500	65	6	0.43

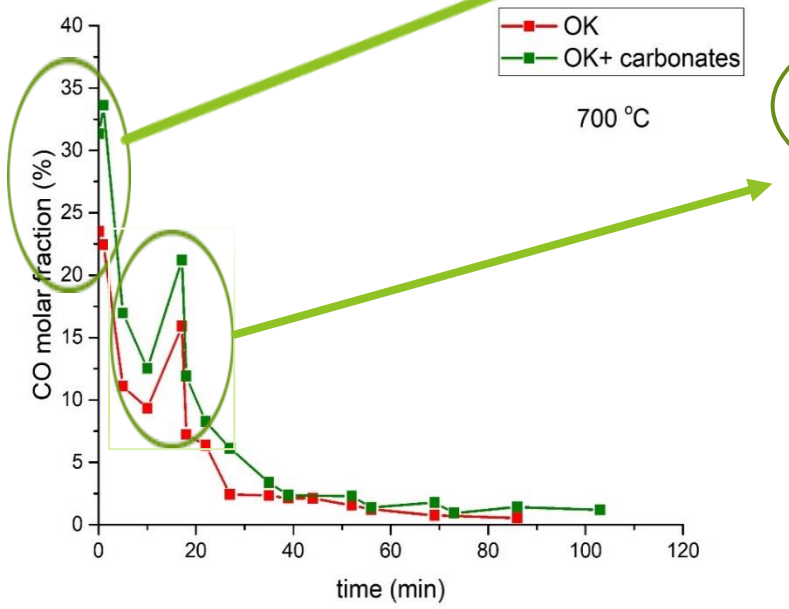
- **Το CO ήταν το κύριο προϊόν του syngas ακολουθούμενο από H_2 και μικρές ποσότητες CH_4**
- **Οι υψηλότερες θερμοκρασίες και η θερμική επεξεργασία ήταν ευεργετικές για την παραγωγή αερίου σύνθεσης**
- **COLG > COOK, H_2OK=H_2LG και CH_4OK> CH_4LG σε συμφωνία με στοιχειακή και προσεγγιστική ανάλυση**
- **Η θερμική επεξεργασία στους 500 °C του OK οδήγησε σε ένα πιο αποτελεσματικό βίο εξανθράκωμα σε σύγκριση με το εξανθράκωμα από την πυρόλυση του LG στους 800 °C**

Επίδραση καταλύτη

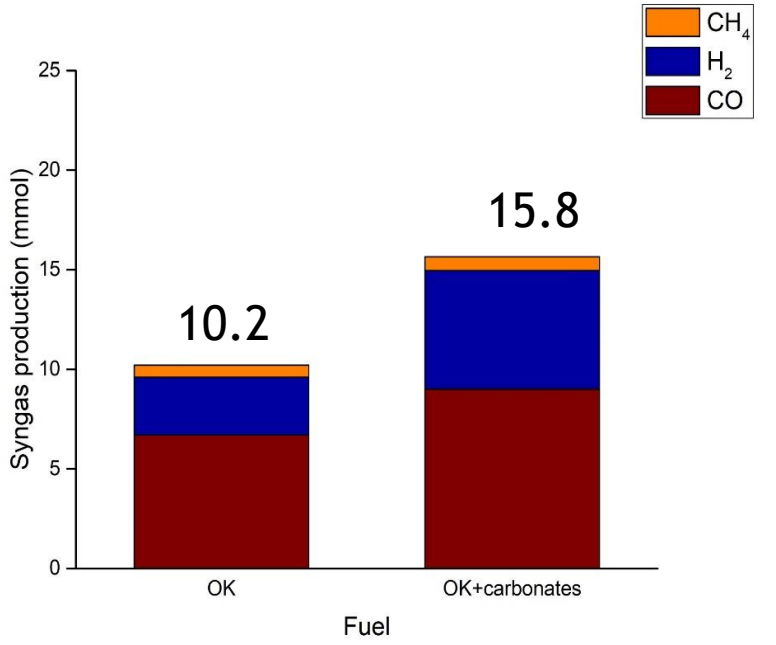


- *Ενίσχυση της ξηρής αναμόρφωσης της πίσσας (Πίσσα + CO_2 → CO +H_2 +CH_4 + light HC) λόγω του πλεονάσματος του CO_2 το οποίο παράγεται από την διάσπαση των ανθρακικών αλάτων.*
- *H_2 και CH_4 παρουσίασαν μικρή αύξηση*





Ενίσχυση της BR λόγω του πλεονάσματος του CO_2



Συμπεράσματα

- Στην παρούσα εργασία διερευνήθηκε η επίδραση της θερμικής επεξεργασίας λιγνίτη και ελαιοπυρήνα στις φυσικοχημικές ιδιότητες και την απόδοση αεριοποίησης των παραγόμενων εξανθρακωμάτων

- Κατά τη διάρκεια τόσο της ισοθερμοκρασιακής όσο και της μη ισοθερμοκρασιακής αεριοποίησης CO_2, το CO ήταν το κύριο προϊόν με τα δείγματα μετά τη σειρά δραστικότητας (όσον αφορά την παραγωγή αερίου σύνθεσης) να : OK500> OK, LG800> LG

- H_2 και μικρές ποσότητες CH_4 παρατηρήθηκαν επίσης στο πρώτο στάδιο που σχετίζεται με την απελευθέρωση της πτηρτικής ύλης και τις αντιδράσεις θερμικής διάσπασης της πίσσας και τις αντιδράσεις αέριας φάσης

- Η προσθήκη ανθρακικών αλάτων στα πρωτογενή καύσιμα ήταν ευεργετική για την παραγωγή αερίου σύνθεσης τόσο στη μη ισοθερμοκρασιακά όσο και στα ισοθερμοκρασιακά πειράματα αεριοποίησης

- Η θερμική επεξεργασία του OK στους 500 ^{o}C οδήγησε σε ένα πιο απδοτικό βιο-εξανθράκωμα σε σύγκριση με το εξανθράκωμα που παράγεται από την πυρόλυση τπυ LG στους 800 ^{o}C, παρουσιάζοντας πιο αξιοσημείωτη επίδραση στις φυσικοχημικές ιδιότητες όπως ο σταθερός άνθρακας και η σταθερή περιεκτικότητα σε άνθρακα

Μελλοντικές ενέργειες

- Επίδραση προσθήκης διαφόρων καταλυτών με σκοπό την αύξηση της παραγωγής αερίου σύνθεσης και της μετατροπής του άνθρακα

- Τεχνοοικονομική ανάλυση μονάδας συνδυασμένου κύκλου ΠΥΡΟΛΥΣΗΣ-ΑΕΡΙΟΠΟΙΗΣΗΣ-ΣΥΣΤΟΙΧΙΑΣ ΜΟΝΑΔΙΑΩΝ ΚΥΨΕΛΩΝ ΚΑΥΣΙΜΟΥ αξιοποίησης του λιγνίτη και ελαιοπυρήνα προς παραγωγή 100 MWel

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εργασία υλοποιήθηκε στο πλαίσιο της Δράσης ΕΡΕΥΝΩ – ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ – ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ και συγχρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση και εθνικούς πόρους μέσω του Ε.Π. Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα & Καινοτομία (ΕΠΑνΕΚ) (κωδικός έργου: Τ1ΕΔΚ-01894).

Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης

ΕΠΑνΕΚ 2014-2020
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ

ΕΣΠΑ 2014-2020

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ