

# ENERGY WASTE



**Διημερίδα 10 & 11/04/2019 Greek Task Force “LIFE και ΠΟΛΕΙΣ”**

**«Ενεργειακή Αξιοποίηση Κλάσματος Μη Ανακυκλώσιμων  
Αστικών Απορριμμάτων σε μία Βιώσιμη Αγορά Παραγωγής  
Ενέργειας από Απορρίμματα»**

Παρουσίαση έργου ENERGY WASTE  
Κατασκευή μονάδας αεριοποίησης

*Κωνσταντίνος Βεργανελάκης*  
*Mech-Eng, MSc*

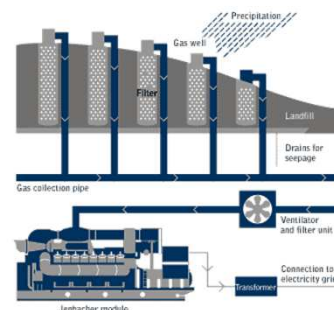
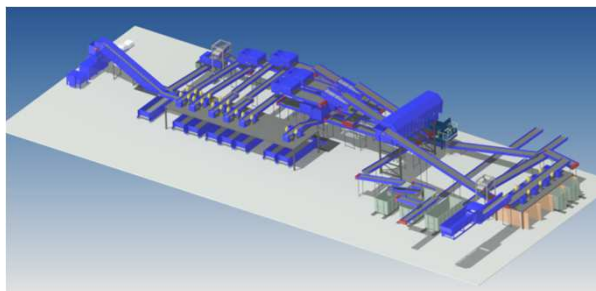
**Διευθυντής Λειτουργιών WATT A.E.**

# WATT A.E.



WATT

- Μονάδες Ανακύκλωσης Υλικών Συσκευασίας
- Μονάδες Κομποστοποίησης
- Παραγωγή Ενέργειας από βιοαέριο ΧΥΤΑ
- Υπηρεσίες Waste Management
- Υπηρεσίες λειτουργίας μονάδων επεξεργασίας λυμάτων και στραγγισμάτων ΧΥΤΑ
- Κατασκευές
  - Μονάδες Μηχανικής Βιολογικής Επεξεργασίας
  - ΧΥΤΑ
  - Μονάδες Βιοαερίου



# Εισαγωγικά

- **Στόχοι**

- Χαρακτηρισμός παραγόμενου Στερεού Ανακτηθέντος Καυσίμου (RDF) σύμφωνα με Ευρωπαϊκά πρότυπα
- Σχεδιασμός και ανέγερση πιλοτικής μονάδας αεριοποίησης RDF
- Ανάλυση διεργασίας και αξιολόγηση απόδοσης
- Διάχυση αποτελεσμάτων



Τεμαχισμένο RDF

- **Εταίροι Έργου**



**WATT A.E.**

<http://www.watt.com.gr/>



**ΙΑΕΠ**

Εθνικό Κέντρο  
Έρευνας  
και Τεχνολογικής  
Ανάπτυξης (ΕΚΕΤΑ)

Εθνικό Κέντρο  
Έρευνας  
και Τεχνολογικής  
Ανάπτυξης (ΕΚΕΤΑ)  
<http://www.lignite.gr/>



**ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ  
ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ  
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

<http://www.pkm.gov.gr/>

**EREF**

Ευρωπαϊκή Ομοσπονδία  
Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας  
<http://www.eref-europe.org/>

# Πακέτα εργασιών

---

## **Π.Ε. 1 – Ανάλυση τεχνολογιών αιχμής**

- Εταίροι: ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ – ΠΚΜ

## **Π.Ε. 2 – Δράσεις δικτύωσης**

- Εταίροι: ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ – ΠΚΜ – ΕΡΕΦ

## **Π.Ε. 3 – Παραγωγή και ανάλυση καυσίμου**

- Εταίροι: ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ – WATT

## **Π.Ε. 4 – Κατασκευή και ανέγερση αεριοποιητή ρευστοποιημένης κλίνης**

- Εταίροι: WATT – ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ

## **Π.Ε. 5 – Πιλοτικές δοκιμές και αξιολόγηση απόδοσης**

- Εταίροι: WATT – ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ

## **Π.Ε. 6 – Ανάλυση κύκλου ζωής**

- Εταίροι: ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ

## **Π.Ε. 7 – Διάχυση αποτελεσμάτων**

- Εταίροι: ΠΚΜ – ΕΡΕΦ – WATT – ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ



# Κατασκευή και ανέγερση αεριοποιητή – Γενικά χαρακτηριστικά

## Βήματα υλοποίησης

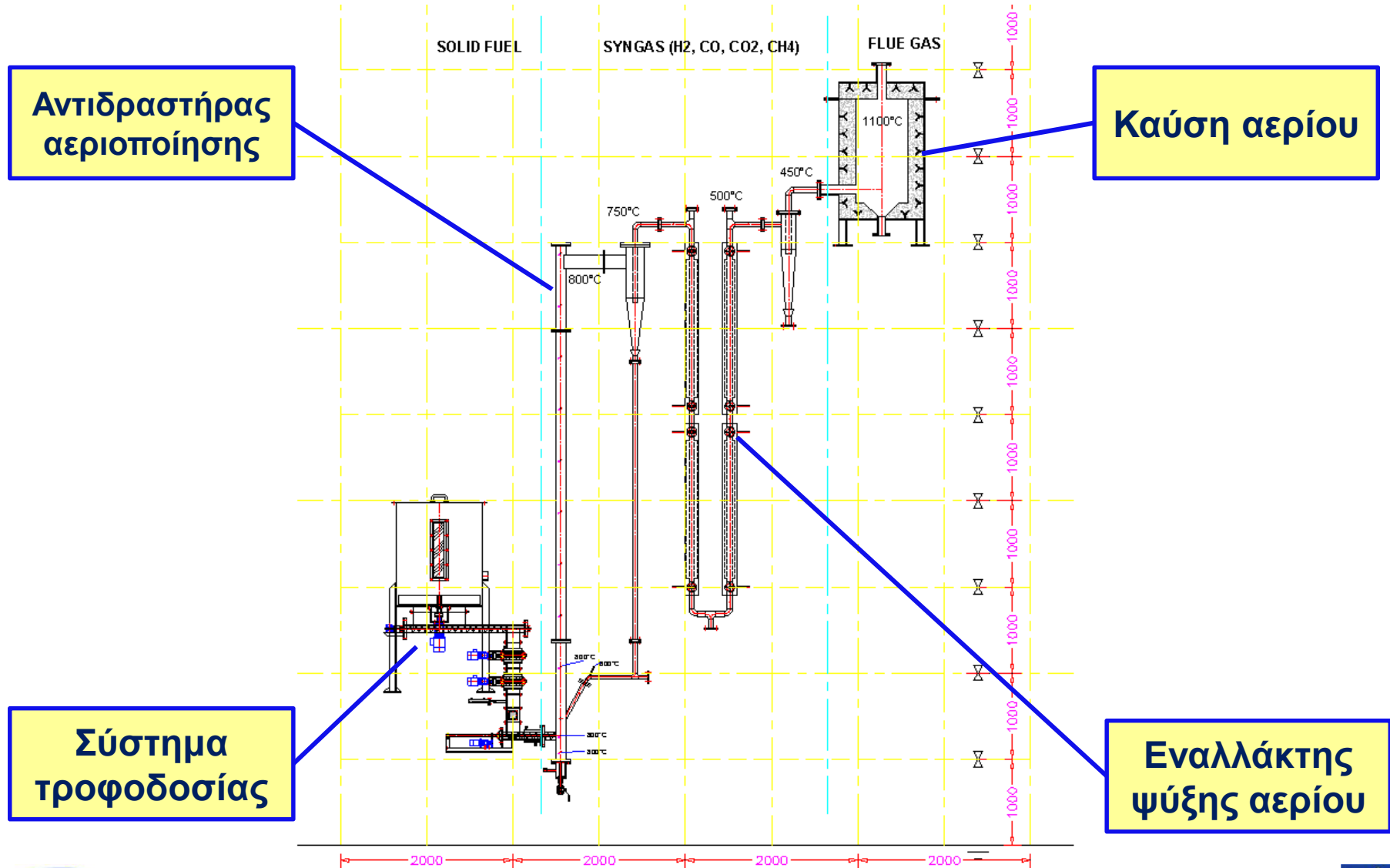
- Θερμοδυναμική ανάλυση διεργασίας
- Εργαστηριακές αναλύσεις με θερμοζυγό (TG)
- Ισοζύγιο μάζας και ενέργειας
- Διαστασιολόγηση

## Χαρακτηριστικά

- Πιλοτική μονάδα αεριοποίησης σε ρευστοποιημένη κλίνη με ανακυκλοφορία για παραγωγή αερίου σύνθεσης
- Αξιοποίηση στερεού ανακτηθέντος καυσίμου από το ΚΔΑΥ Κρωπίας της WATT
- Εισερχόμενη θερμική ισχύς (~100kW)
- Κατανάλωση καυσίμου (max: 30 kg/h)
- Διεργασία αεριοποίησης με αέρα υπό ατμοσφαιρική πίεση



# Σχεδιασμός διεργασίας



# Κατασκευή και εγκατάσταση θαλάμου καύσης αερίου σύνθεσης

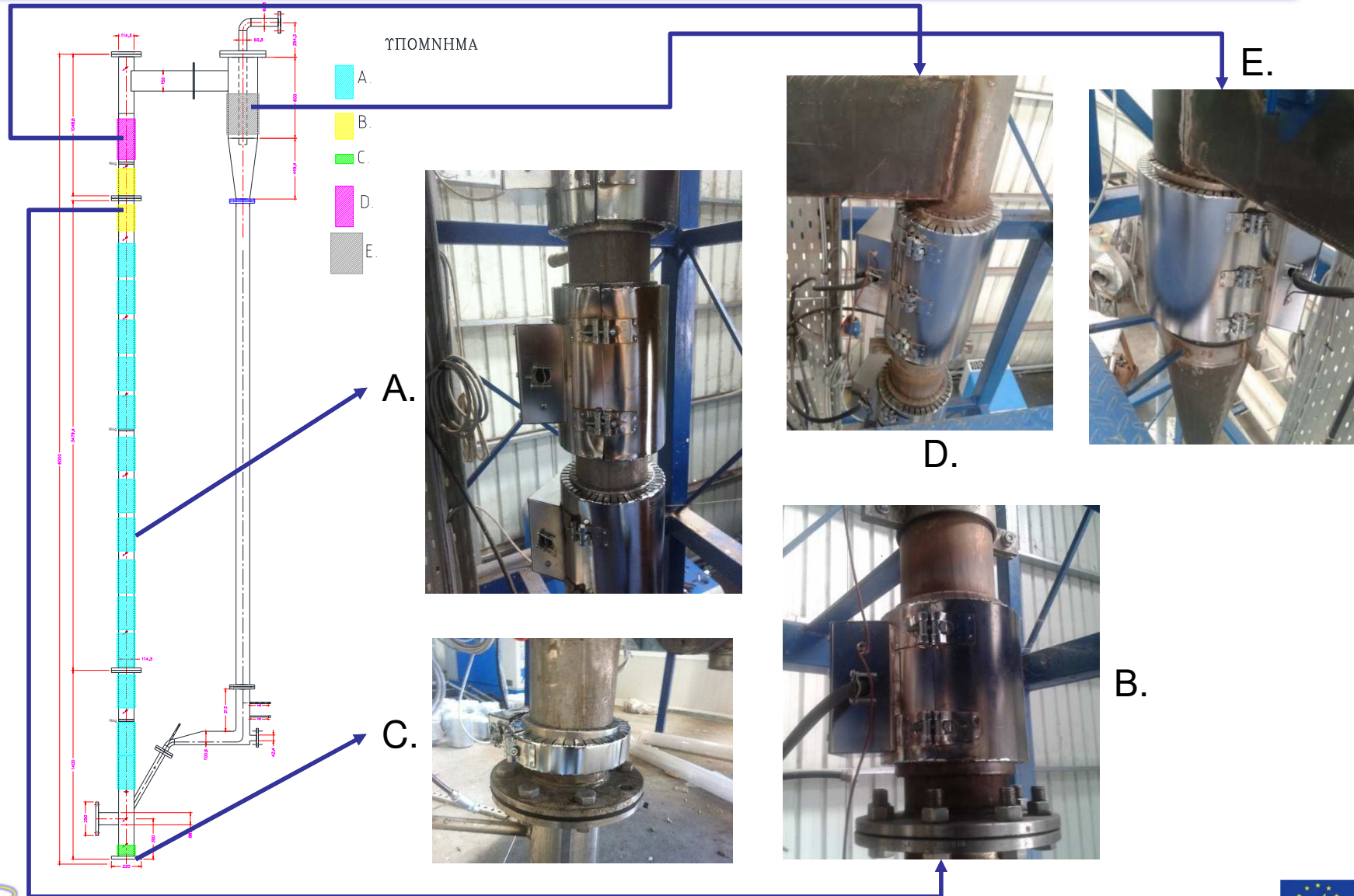
Θάλαμος καύσης αερίου σύνθεσης υποβοηθούμενο από καυστήρα υγραερίου



Καυστήρας



# Εγκατάσταση εξοπλισμού – ηλεκτρικές αντιστάσεις





# Αρχικές δοκιμές και εύρεση τροποποιήσεων

---

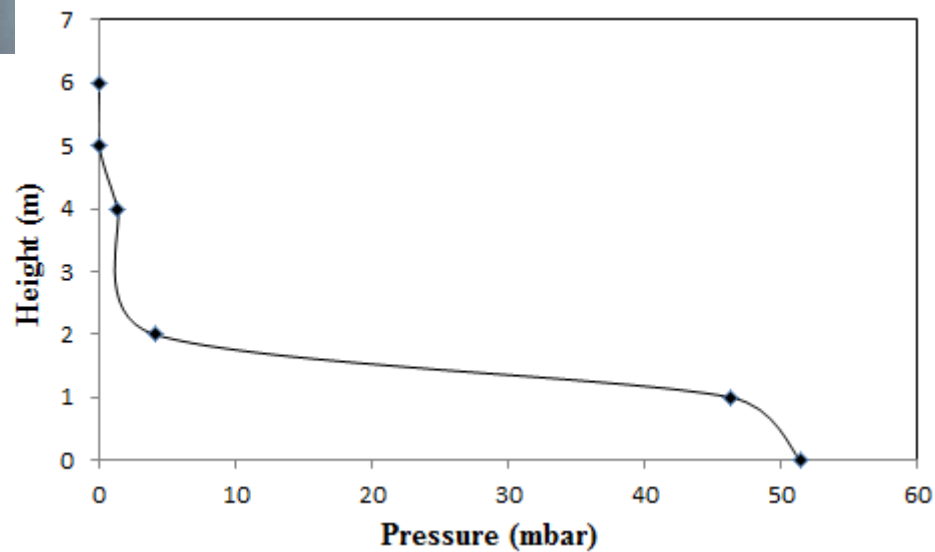
- **Μεθοδολογία**
  - Δοκιμές ψυχρής και θερμής ροής
  - Αντιμετώπιση προβλημάτων
  - Αρχικές δοκιμές
- **Πρωτόκολλο ψυχρής λειτουργίας**
  - Έλεγχος τμημάτων εξοπλισμού για λειτουργία
  - Έλεγχος αυτοματισμών και ελέγχου
  - Έλεγχος οργάνων
  - Έλεγχος παραμέτρων διεργασίας (ρευστοποίηση, ανακυκλοφορία, πτώση πίεσης κλπ)
  - Αντιμετώπιση προβλημάτων

# Δοκιμές ψυχρής λειτουργίας

Δόκιμή λειτουργίας συστήματος τροφοδοσίας



Πτώση πίεσης καθ' ύψος της μονάδας

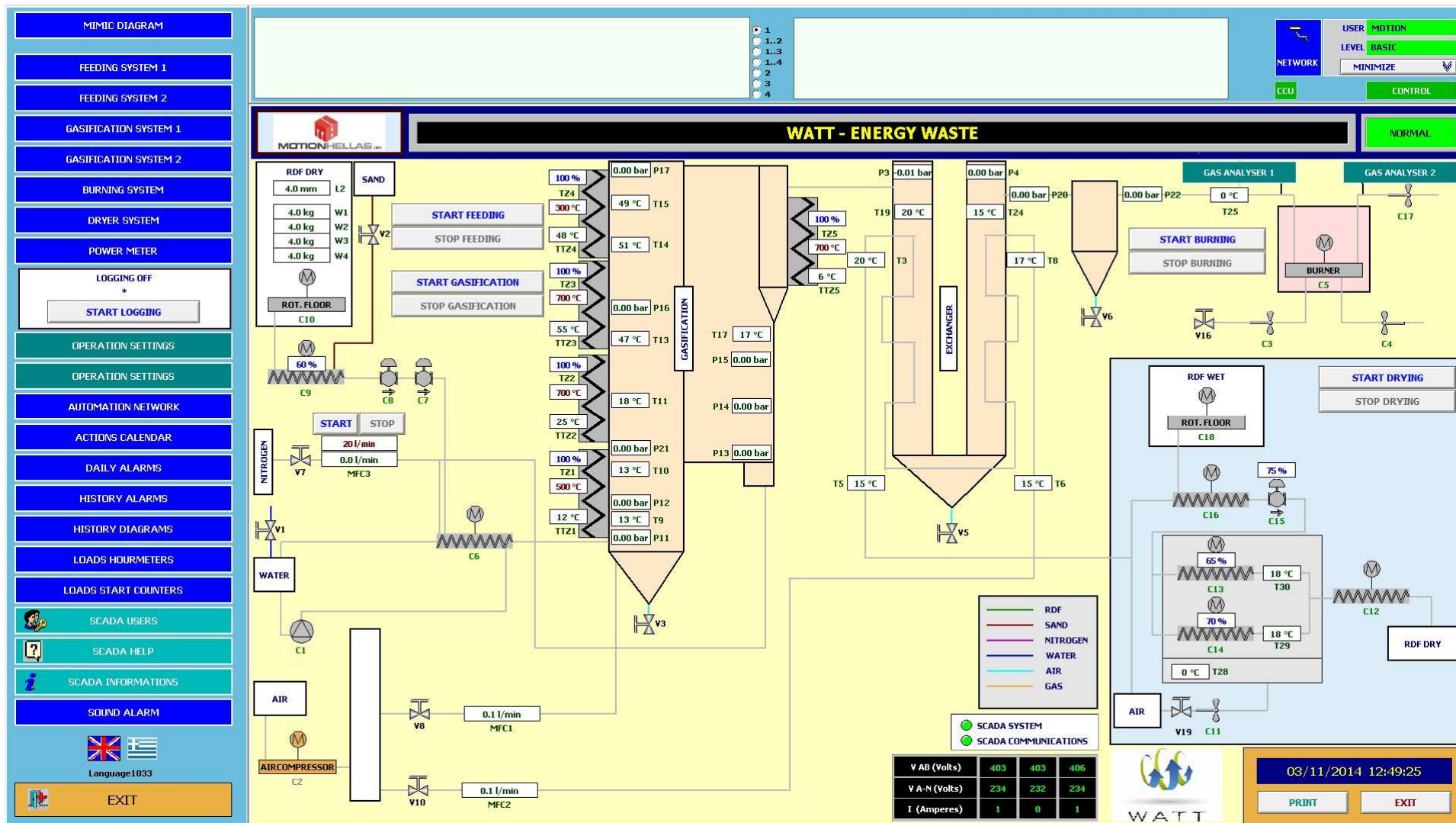


# Πρώτη λειτουργία αντιστάσεων

Δοκιμή	Χρόνος θέρμανσης (min)	Θερμοκρασία (°C)	Επιμήκυνση (cm)	Απόσταση από το έδαφος (cm)
Έναρξη	0	32	0	20,6
Μέτρηση 1	5	126	2,6	18,0
Μέτρηση 2	8	220	-	-
Μέτρηση 3	10	250	5,1	15,0
Μέτρηση 4	12	325	5,8	14,8
Μέτρηση 5	15	390	7,2	13,4
Μέτρηση 6	18	420		
Λήξη	21	480 – 500	8,1	12,5
Επιπλέον Μέτρηση	+10		5,1	15,5
Επιπλέον Μέτρηση	+180		0	20,6



# Καταγραφικό σύστημα





# Ολοκληρωμένη μονάδα



# Πρόγραμμα πειραμάτων και δοκιμές

---

- **Μήτρα πειραμάτων**
  - Μεταβολή στην ποιότητα του RDF (moisture: 15% - 30%)
  - Μεταβολές στον λόγο αέρα/καυσίμου λ (0,2 – 0,4)
  - Θερμοκρασιακό εύρος (750 – 900)
- **Αποτελέσματα**
  - Μέτρηση σύστασης αερίου σύνθεσης
  - Ανάλυση σύστασης τέφρας
  - Ανάλυση λειτουργίας και απόδοσης διεργασίας

# Πειραματικές δοκιμές / αξιολόγηση

## Δοκιμή με πελλέτες ξύλου

- Παρόμοιες συνθήκες με RDF
  - Θερμοκρασία
  - Λόγος καυσίμου/αέρα
- Ανάλυση ταχύτητας σε σχέση με το μέγεθος των σωματιδίων αδρανούς υλικού για επίτευξη αναβράζουσας κλίνης
- Το παραγόμενο αέριο σύνθεσης αναλύθηκε για την συγκέντρωσή του στα παρακάτω αέρια
  - CH<sub>4</sub>
  - CO
  - CO<sub>2</sub>
  - H<sub>2</sub>

## Αξιολόγηση απόδοσης αεριοποιητή

- Αναλυτικά ισοζύγια μάζας και ενέργειας
- Ηλεκτρική και θερμική απόδοση
- Περιβαλλοντική απόδοση
- Οικονομική βιωσιμότητα

# Συμπεράσματα

---

- Επιτυχής ολοκλήρωση μονάδας
- Απαραίτητο το πρωτόκολλο ψυχρής λειτουργίας το οποίο ανέδειξε τα προβλήματα και τις αλλαγές τις οποίες πρέπει να γίνουν στη μονάδα
- Συνεχείς δοκιμές για επίτευξη κανονικής λειτουργίας
- Ενθαρρυντικά πρώτα αποτελέσματα
- Μελλοντικές διερευνήσεις με ποιότητες καυσίμου και σε διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας



# Βράβευση Έργου



*"discover how much you can recover"*

**Energy exploitation of non-recyclable urban waste in a sustainable waste-to-energy market**

[www.energywaste.gr](http://www.energywaste.gr)

LIFE09/ENV/GR/000307  
ENERGY-WASTE

# Ευχαριστώ

**Acknowledgements for the Project**  
**LIFE09 ENERGYWASTE**



**E.C.**

<http://ec.europa.eu/environment/life/index.htm>