

Ε.ΥΔ.Α.Π. Α.Ε.  
ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΔΙΚΤΥΩΝ & ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ  
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΚΕΝΤΡΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ  
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΚΕΛ ΨΥΤΤΑΛΕΙΑΣ

# ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΚΕΝΤΡΟ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΨΥΤΤΑΛΕΙΑΣ

Γ. Στεφανάκου  
Προϊσταμένη Υπηρεσίας  
Κ.Ε.Λ. Ψυττάλειας

Σ. Λυκοσκούφης  
Ηλεκτρολόγος Μηχανικός  
Κ.Ε.Λ. Ψυττάλειας



# Ε.ΥΔ.Α.Π. Α.Ε.

## Εταιρεία Υδρεύσεως και Αποχετεύσεως Πρωτεύουσας Α.Ε.

- Συγκρότηση το 1980 από την Ελληνική Εταιρεία Υδάτων (εταιρεία κοινής ωφέλειας) και τον Οργανισμό Αποχετεύσεως Πρωτεύουσας (δημόσιο οργανισμό)
- Εισαγωγή στο Χρηματιστήριο Αξιών Αθηνών το 1999
- Μετοχολόγιο:
  - 61 % Ελληνικό Δημόσιο
  - 10 % Αγροτική Τράπεζα της Ελλάδος
  - 29 % Ιδιώτες επενδυτές



# Ε.ΥΔ.Α.Π. Α.Ε.

Εταιρεία Υδρεύσεως και Αποχετεύσεως Πρωτεύουσας Α.Ε.

## Υδρευση

4 Εγκαταστάσεις επεξεργασίας ύδατος (Γαλάτσι, Μενίδι, Κιούρκα, Ασπρόπυργος)

8.200 km δικτύου ύδρευσης

## Αποχέτευση

6.000 km αποχετευτικού δικτύου

24 αντλιοστάσια

## Επεξεργασία λυμάτων

2 Εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων σε λειτουργία :

ΚΕΛ Ψυττάλειας , ΚΕΛ Μεταμόρφωσης

1 Εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων σε κατασκευή: ΚΕΛ Θριασίου

5 Εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων στην Ανατολική Αττική σε φάση σχεδιασμού



Perama

Εγκαταστάσεις  
Σαλαμίνας

Εγκαταστάσεις  
Ακροκεράμου

Νήσος Ψυττάλεια

Λιμάνι  
Πειραιά



# Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας

## Φάσεις κατασκευής

Οι εγκαταστάσεις του Κ.Ε.Λ. Ψυττάλειας κατασκευάστηκαν από το ΥΠΕΧΩΔΕ με συγχρηματοδότηση από την Ευρωπαϊκή Ένωση σε 3 φάσεις:

- ❖ **1994** ολοκλήρωση Α' Φάσης έργων, δηλαδή των εγκαταστάσεων προεπεξεργασίας και πρωτοβάθμιας επεξεργασίας των λυμάτων & επεξεργασίας της πρωτοβάθμιας ιλύος, των υποθαλάσσιων ανεστραμμένων σιφώνων μεταφοράς των προεπεξεργασμένων λυμάτων και του συστήματος των υποθαλάσσιων αγωγών εκβολής.
- ❖ **2004** ολοκλήρωση Β' Φάσης έργων, δηλαδή των εγκαταστάσεων βιολογικής επεξεργασίας των λυμάτων & επεξεργασίας της περίσσειας βιολογικής ιλύος.
- ❖ **2007** ολοκλήρωση Γ' Φάσης - κατασκευή μονάδας θερμικής ξήρανσης ιλύος

# Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας

## Φάσεις κατασκευής

Επίσης στο Κ.Ε.Λ. Ψυττάλειας κατασκευάστηκαν από την ΕΥΔΑΠ ΑΕ με συγχρηματοδότηση από την Ευρωπαϊκή Ένωση:

- μονάδα προεπεξεργασίας λυμάτων στην νήσο Σαλαμίνα και υποθαλάσσιοι αγωγοί μεταφοράς λυμάτων από Σαλαμίνα στην Ψυττάλεια (2002)
- 2 μονάδες συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας (ΣΗΘΕ) με καύση βιοαερίου (2001 και 2009) και
- 1 μονάδα ΣΗΘΕ με καύση Φυσικού Αερίου (2009)

# Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας

Ισοδύναμος Πληθυσμός : 5 600 000

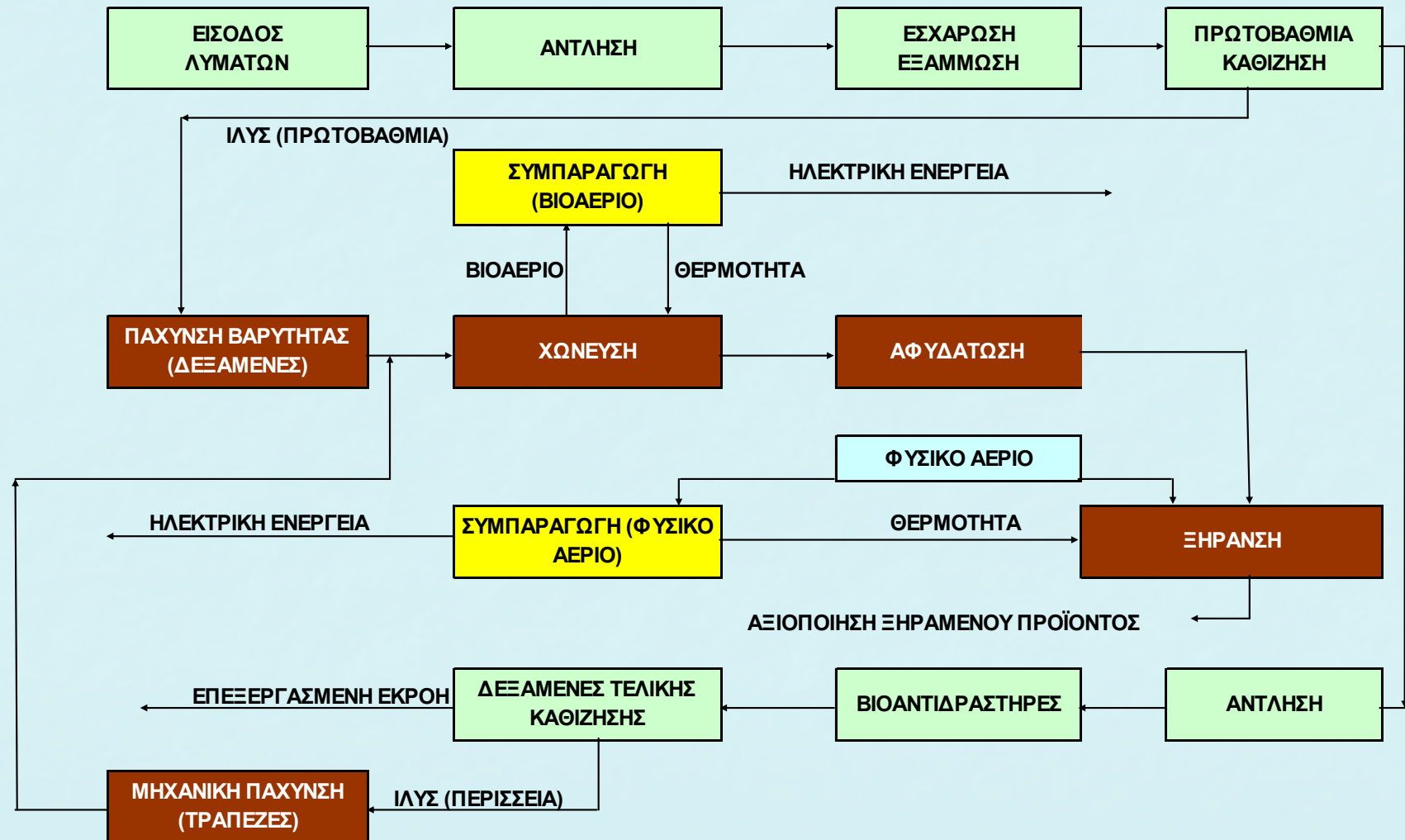
Παροχή σχεδιασμού (μέση): 1 000 000 m<sup>3</sup>/d

Παροχή αιχμής : 27m<sup>3</sup>/s (Α' Φάση)  
16 m<sup>3</sup>/s (Β' Φάση)



# Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας

## Κ.Ε.Λ. ΨΥΤΤΑΛΕΙΑΣ - Διάγραμμα Ροής





# Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας

Διεργασίες Επεξεργασίας Λυμάτων  
Εγκαταστάσεις Ακροκεράμου

# Εγκαταστάσεις Ακροκεράμου

Προεπεξεργασία Λυμάτων

Εξάμμωση

Εσχάρωση

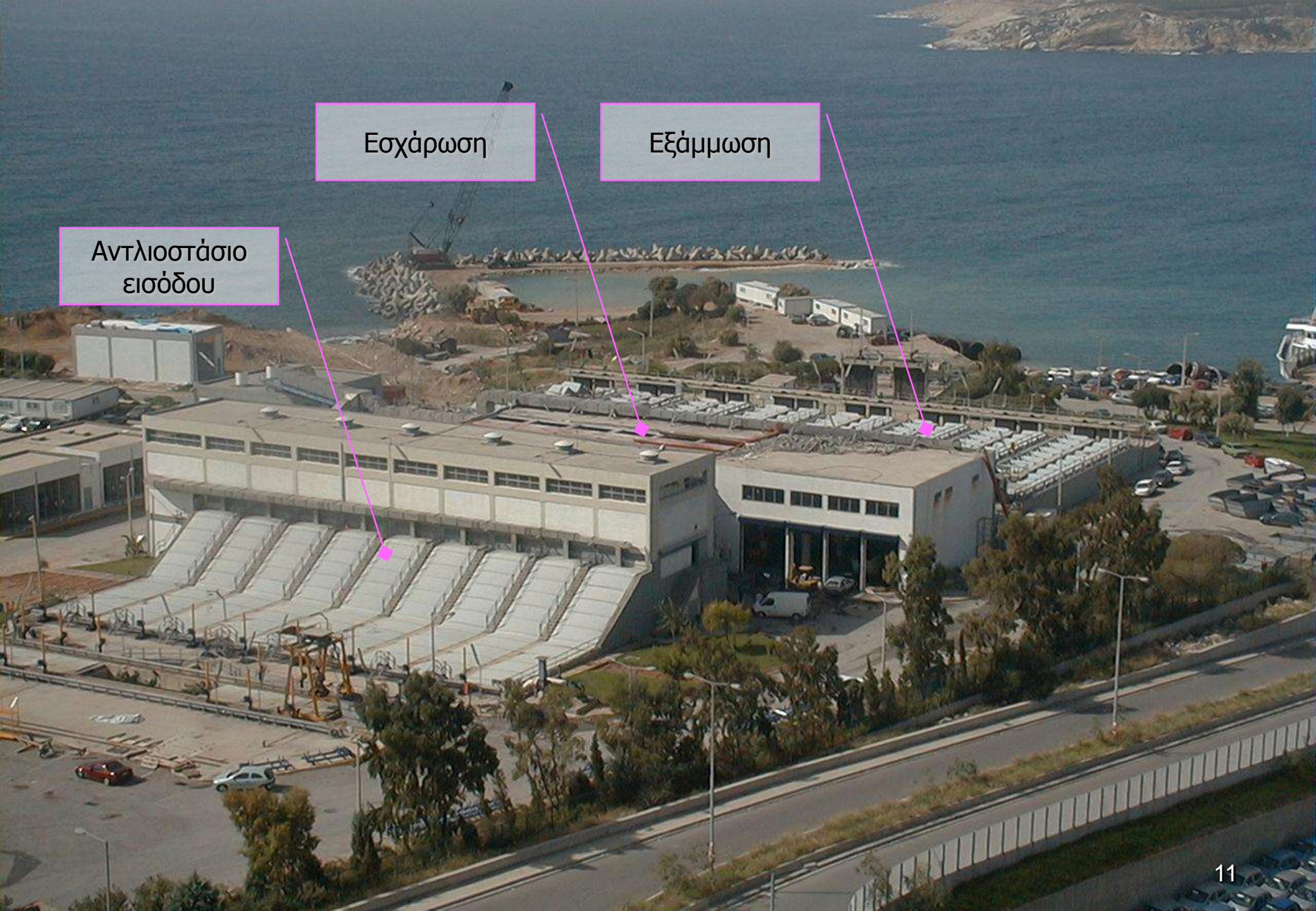
Άντληση

Απομάκρυνση  
βαρέων στερεών

Απόσμηση

Δίδυμος ανεστραμμένος  
σίφωνας





Εσχάρωση

Εξάμμωση

Αντλιοστάσιο  
εισόδου



Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας

Διεργασίες επεξεργασίας λυμάτων  
Εγκαταστάσεις Ψυττάλειας



# Επεξεργασία λυμάτων στην Ψυττάλεια





# Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας

## Διεργασίες επεξεργασίας λυμάτων Ψυττάλεια

Πρωτοβάθμια καθίζηση

6 δεξαμενές (συνολική επιφάνεια 12 000 m<sup>2</sup>)

Βιολογική επεξεργασία

12 βιοαντιδραστήρες (συνολικός όγκος 300 000 m<sup>3</sup>)

Απομάκρυνση οργανικού φορτίου και ελάττωση φορτίου αζώτου

Τελική καθίζηση

64 ορθογωνικές δεξαμενές (συνολική επιφάνεια 52 000 m<sup>2</sup>)

Διύλιση – Απολύμανση

Μηχανικά φίλτρα και αμμόφιλτρα

Μονάδα απολύμανσης με UV (υπεριώδη ακτινοβολία)

Παραγωγή βιομηχανικού νερού, για χρήση στις εγκαταστάσεις της Ψυττάλειας

Σύστημα αγωγών εκβολής

Δύο κύριοι αγωγοί (μήκος 1870 m έκαστος, απόληξη σε βάθος 65m)

Αποδέκτης: Εσωτερικός Σαρωνικός Κόλπος



# Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας

## Απαιτήσεις διάθεσης επεξεργασμένης εκροής

Βάσει των εγκεκριμένων περιβαλλοντικών όρων σύμφωνα με την Οδηγία 91/271/ΕΟΚ :

Συγκέντρωση επεξεργασμένης εκροής (mg/l)

BOD <sub>5</sub>	25
------------------	----

COD	125
-----	-----

Αιωρούμενα στερεά	35
-------------------	----

Απομάκρυνση Ολικού Αζώτου (%)	70
-------------------------------	----

# Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας

## Διεργασίες επεξεργασίας ιλύος – Βιοστερεά

**Βιοστερεά** : Οργανικά προϊόντα της επεξεργασίας αστικών λυμάτων, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν με ωφέλιμο τρόπο.



# Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας

## Πάχυνση

Πρωτοβάθμια ιλύς:

Λεπτή εσχάρωση

Έξι εσχάρες (διάκενα 5 mm)

Πάχυνση με βαρύτητα υποβοηθούμενη με πολυηλεκτρολύτη

3 δεξαμενές (συνολική επιφάνεια 1500 m<sup>2</sup>)

απόσμηση (2 γραμμές)

Περίσσεια ενεργού ιλύος:

Μηχανική πάχυνση υποβοηθούμενη με πολυηλεκτρολύτη

14 τράπεζες πάχυνσης (συνολική δυναμικότητα:  
1750 m<sup>3</sup>/h)

Ανάμειξη των δύο τύπων ιλύος στον αγωγό προσαγωγής στη χώνευση

# Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας

## Παχυντές πρωτοβάθμιας ιλύος





# Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας

## Τράπεζες μηχανικής πάχυνσης βιολογικής ιλύος



Τράπεζες Μηχανικής Πάχυνσης Ιλύος  
Mechanical Sludge Thickening Tables



Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας

Χώνευση – Παραγωγή βιοαερίου



# Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας

## Χώνευση ιλύος

Μέθοδος: αναερόβια, μεσοφιλική, υψηλού ρυθμού

Εγκαταστάσεις: 8 χωνευτές (συνολικός όγκος 80 000 m<sup>3</sup>)

Τύπος: Κυλινδρικοί, κωνικός πυθμένας, σταθερή οροφή (θολωτή)

Τρόπος λειτουργίας: εν παραλλήλω

Παραγωγή βιοαερίου μέσω της σταθεροποίησης μέρους του οργανικού περιεχομένου της ιλύος

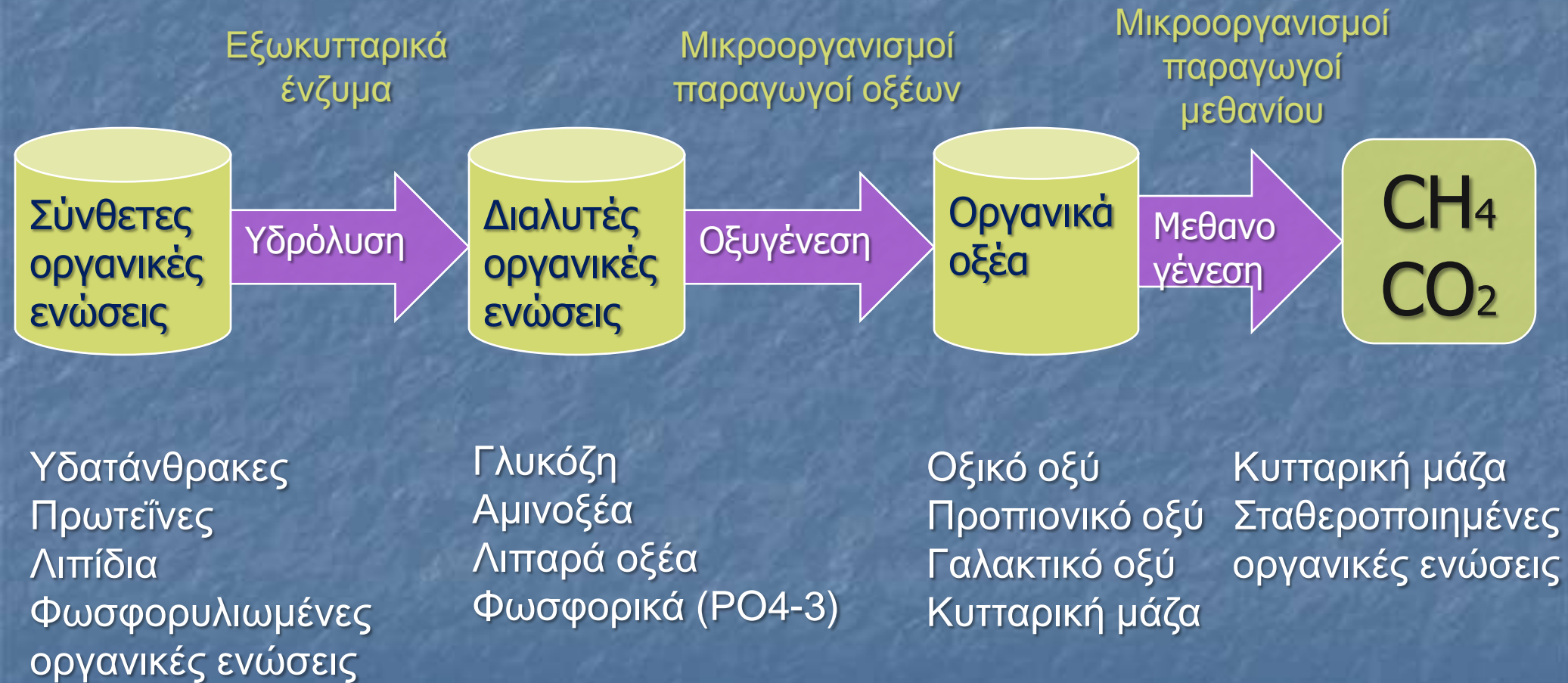
Μέσο ανάμειξης: Συμπιεσμένο βιοαέριο

Μέσο θέρμανσης: Νερό

Πηγή θερμότητας: Νερό ψύξης από τη μονάδα συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού με χρήση βιοαερίου

# Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυτάλειας

## Αναερόβια Χώνευση





# Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας

## Χώνευση ιλύος – Βιοαέριο

Σύσταση του βιοαερίου που παράγεται κατά την αναερόβια χώνευση της ιλύος

• Μεθάνιο $\text{CH}_4$	61 - 65 %
• Διοξείδιο του άνθρακα $\text{CO}_2$	34 - 38 %
• Άζωτο $\text{N}_2$	0.05 %
• Οξυγόνο $\text{O}_2$	0.0001 %
• Υδρόθειο $\text{H}_2\text{S}$	1000 - 2000 ppm



# Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας

## Χώνευση ιλύος

Χωνευτές Α' Φάσης: 4  
Θέρμανση και ανάμειξη:  
6 μονάδες heat-a-mix σε κάθε  
δεξαμενή

Χωνευτές Β' Φάσης: 4  
Θέρμανση: εξωτερικοί εναλλάκτες  
Ανάμειξη: σωλήνες στερεωμένοι  
στην οροφή των χωνευτών



# Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας

Προσωρινή αποθήκευση βιοαερίου

Αεριοφυλάκια

Μονάδα ΣΗΘΕ

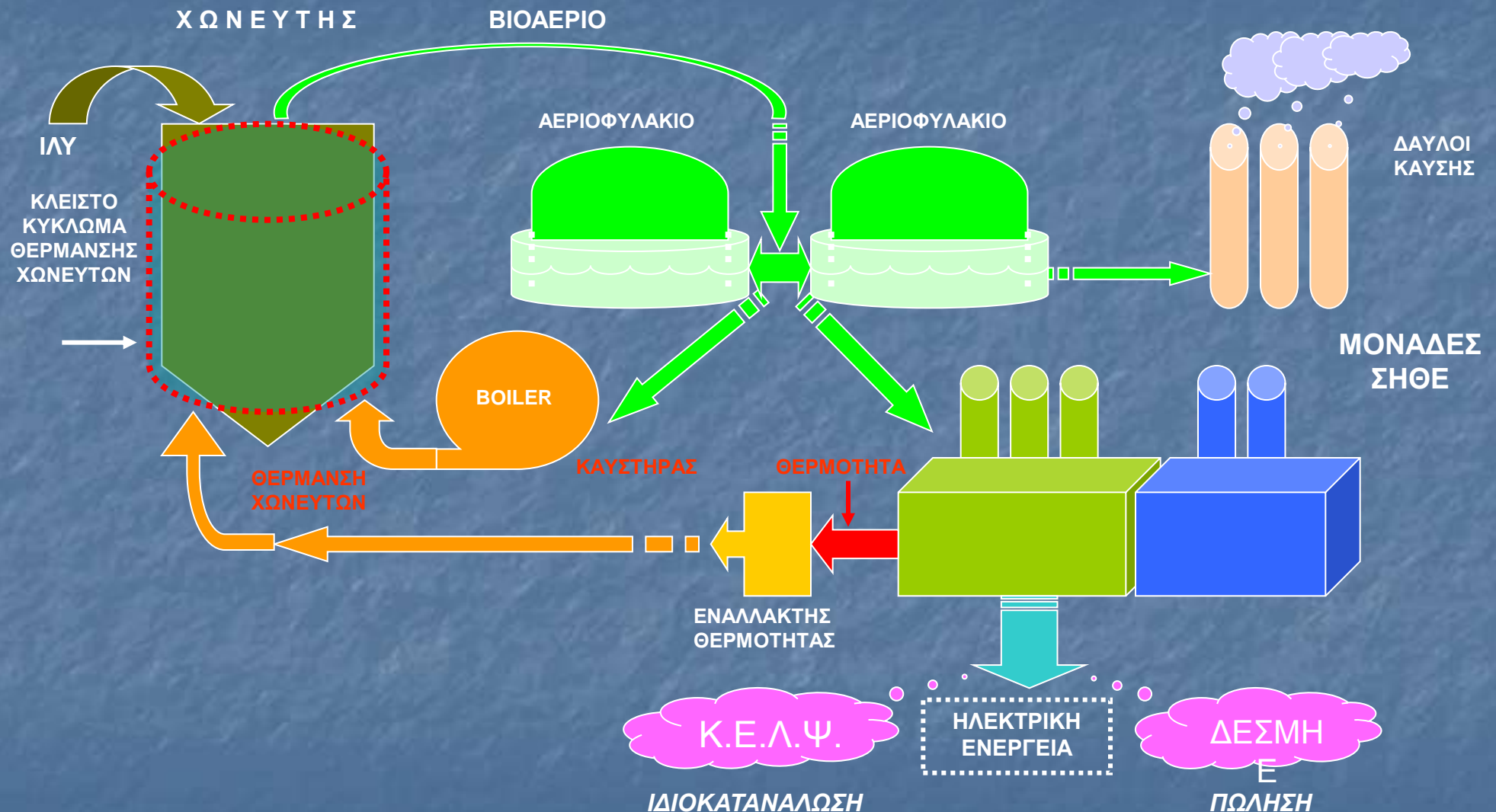


Το βιοαέριο που παράγεται κατά την αναερόβια χώνευση αποθηκεύεται προσωρινά στα αεριοφυλάκια (δύο δεξαμενές χωρητικότητας 5600 m<sup>3</sup> έκαστη) και αξιοποιείται ως καύσιμο στις αεριομηχανές των μονάδων συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας (ΣΗΘΕ).

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ ΣΤΟΥΣ ΧΩΝΕΥΤΕΣ

ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΣΤΑ ΑΕΡΙΟΦΥΛΑΚΙΑ

ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ





# Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας

## Μονάδες ΣΗΘΕ με Βιοαέριο





# Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας

## Μονάδα αφυδάτωσης

Χαρακτηριστικά διαχωριστήρων

- Πλήθος: 6
- Τύπος: Φυγοκεντρικοί
- Δυναμικότητα: 70 m<sup>3</sup>/h έκαστος
- Διάμετρος τύμπανου / μήκος (mm): 725 / 2911





# Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας

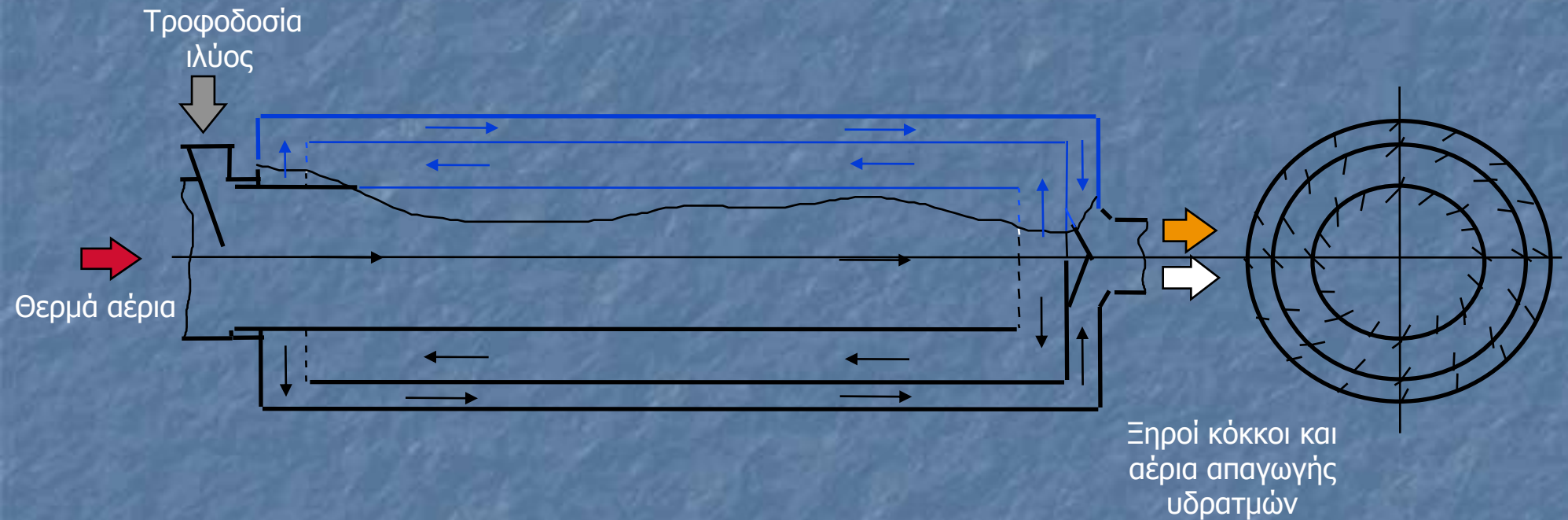
## Θερμική Ξήρανση



# Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας

## Θερμική Ξήρανση

### Μέθοδος περιστρεφόμενου τυμπάνου



Δυναμικότητα εξάτμισης μονάδας θερμικής ξήρανσης:  
40 t νερού / h (4 παράλληλες γραμμές επεξεργασίας)  
Θερμοκρασία αερίων: 350-450 ° C



# Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας

## Μονάδα ΣΗΘΕ με Φυσικό Αέριο (Αεριοστρόβιλος)

Κάλυψη θερμικών αναγκών Μονάδος Ξήρανσης  
Κάλυψη ηλεκτρικών αναγκών Κ.Ε.Λ.Ψ.  
Συνολική ηλεκτρική ισχύς: 12.9 MWe  
Συνολική θερμική ισχύς: 17.3 MWth





# Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας

## Μονάδα Θερμικής Ξήρανσης Ιλύος

Σιλό ξηραμένου προϊόντος

### Τελικό προϊόν

Κάλυψη προδιαγραφών  
US EPA 503 Class A  
για υγεινοποιημένη ιλύ

Μέγεθος κόκκων 1 – 5 mm

Μέγιστη θερμοκρασία 45°C

Περιεκτικότητα σε ξηρά  
στερεά (%) 90 – 95



# Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας

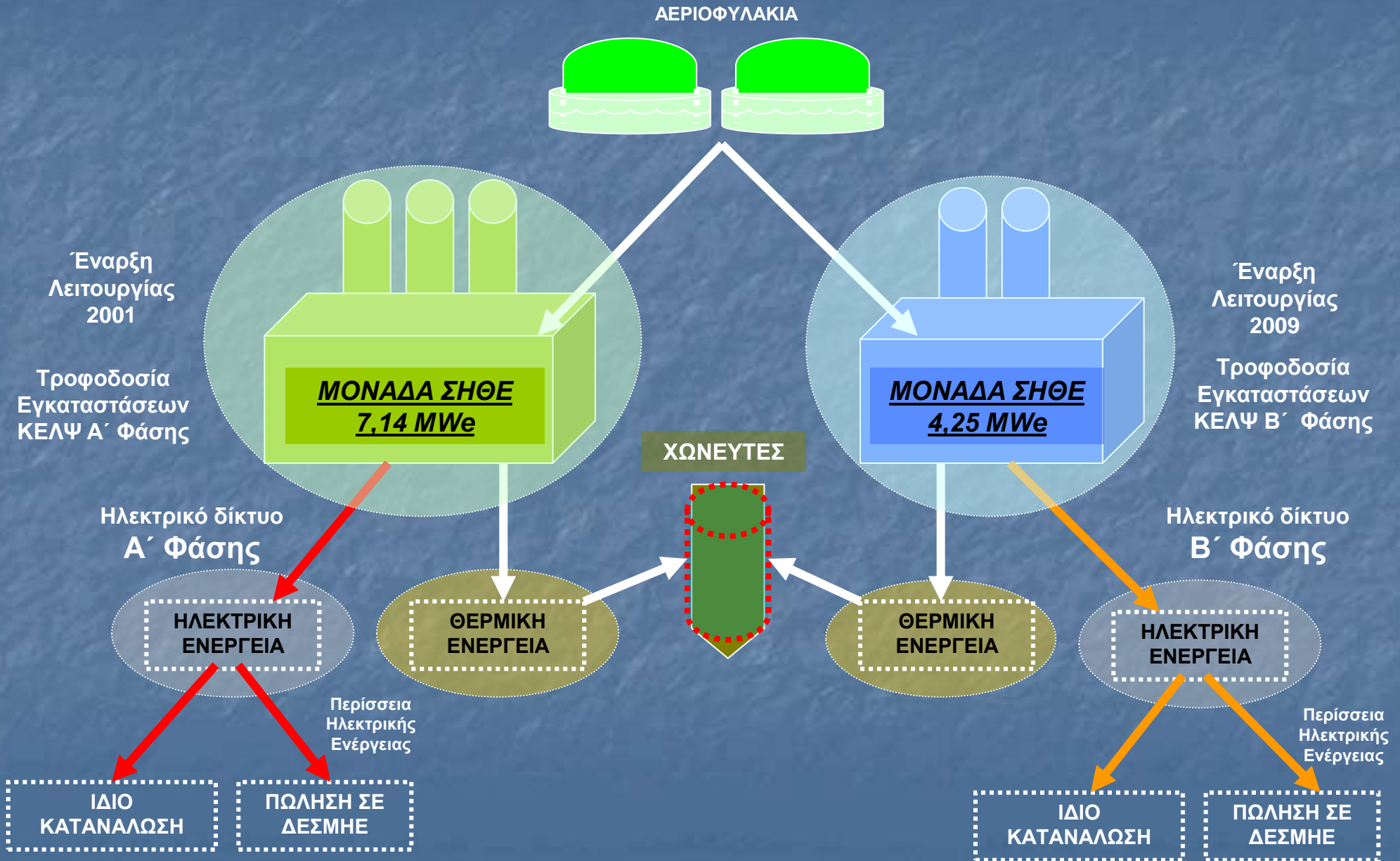
Η ανάγκη για βιώσιμη ανάπτυξη συνδυάζει την προστασία του περιβάλλοντος με την κάλυψη ενεργειακών αναγκών και, στο πλαίσιο αυτό, η πλήρης αξιοποίηση διαθέσιμων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, συμπεριλαμβανομένων του βιοαερίου και του ξηραμένου προϊόντος της Ψυττάλειας, αποτελεί μια συνεχή ανάγκη και ένα από τους βασικούς στόχους του Κέντρου Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας.

Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας

Αξιοποίηση  
παραγόμενου βιοαερίου

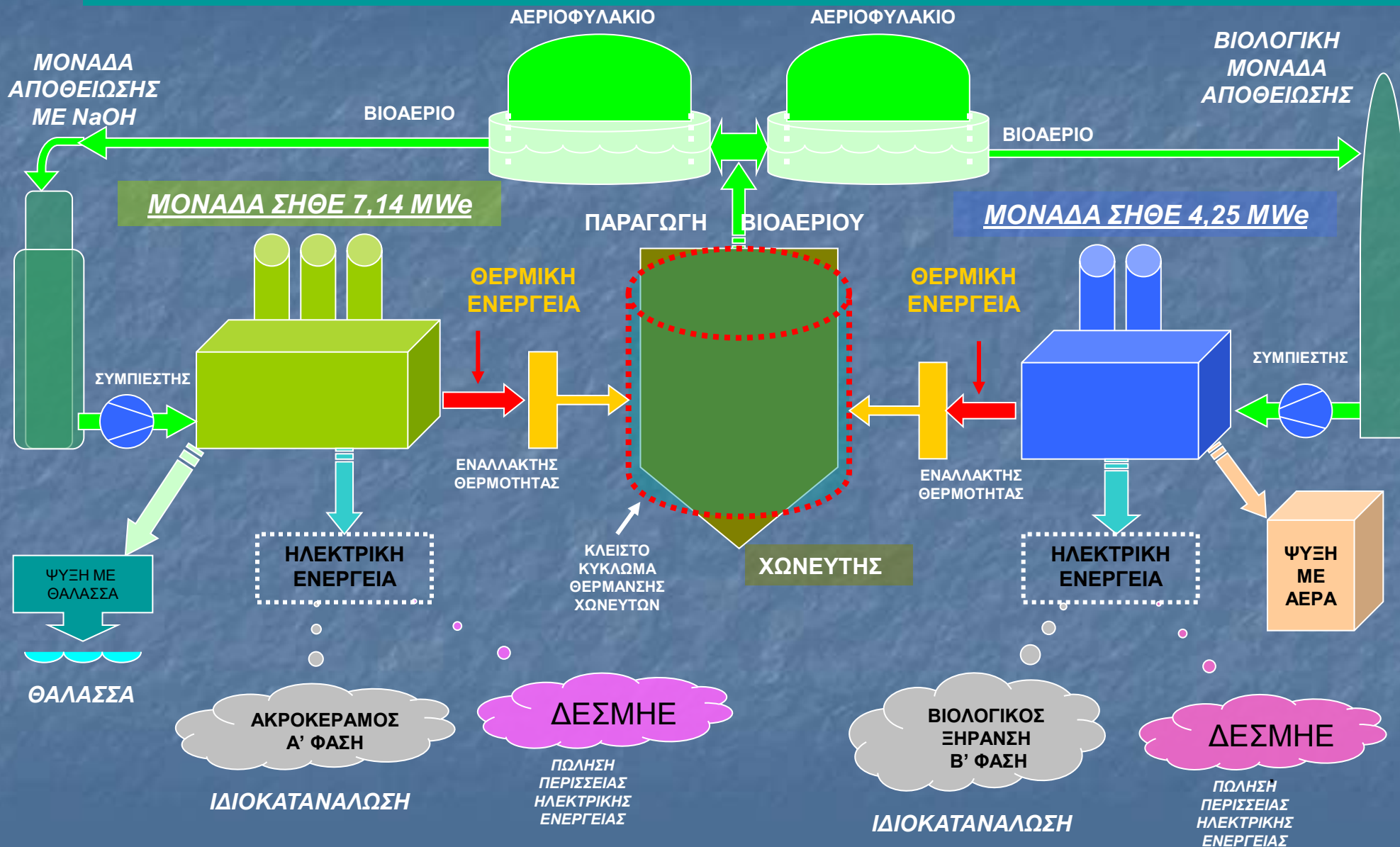


# ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ ΩΣ ΚΑΥΣΙΜΟ ΣΤΙΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΣΗΘΕ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



# ΒΙΟΑΕΡΙΟ : ΠΑΡΑΓΩΓΗ – ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ – ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ – ΣΥΜΠΙΕΣΗ – ΚΑΥΣΗ

## ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ





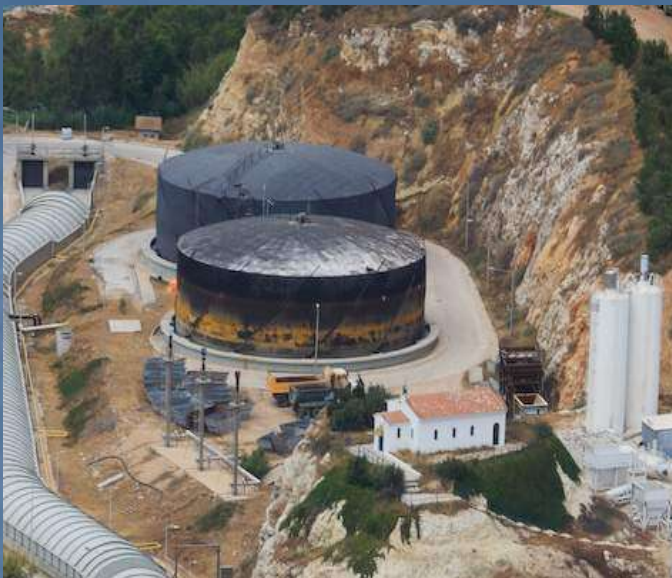
## ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΑΔΑΣ ΣΗΘΕ 7,14 MWe

■ Αριθμός Αερομηχανών	3
■ Μηχανική ισχύς	2.521 KW
■ <b>Δυναμικότητα σε ηλεκτρική ισχύ</b>	<b>7,14 MWe</b>
■ Δυναμικότητα σε θερμική ισχύ	10,35 MWth
■ Αριθμός Κυλίνδρων	12V
■ Στροφές	1.000 rpm
■ Μέγιστη κατανάλωση βιοαερίου	3 x 1.000 m <sup>3</sup> /h
■ Πίεση εισερχόμενου βιοαερίου	14 mbar
■ Πίεση καυσίμου (βιοαερίου)	3,2 bar
■ Δυναμικότητα Γεννητριών	2.900 KVA
■ Τάση εξόδου Γεννητριών	3.300 V
■ Συχνότητα ρεύματος	50 Hz
■ Τάση προς το δίκτυο	20 KV

## ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΑΔΑΣ ΣΗΘΕ 4,25 MWe

■ Αριθμός Αερομηχανών	2
■ Μηχανική ισχύς	2.495 KW
■ <b>Δυναμικότητα σε ηλεκτρική ισχύ</b>	<b>4,25 MWe</b>
■ Δυναμικότητα σε θερμική ισχύ	6,8 MWth
■ Αριθμός Κυλίνδρων	20V
■ Στροφές	1.500 rpm
■ Μέγιστη κατανάλωση βιοαερίου	2 x 925 m <sup>3</sup> /h
■ Πίεση εισερχόμενου βιοαερίου	14 mbar
■ Πίεση καυσίμου (βιοαερίου)	40mbar
■ Δυναμικότητα Γεννητριών	3.400 KVA
■ Τάση εξόδου Γεννητριών	3.300 V
■ Συχνότητα ρεύματος	50 Hz
■ Τάση προς το δίκτυο	20 KV





## ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΣΗΘΕ ΙΣΧΥΟΣ 7,14 MWe



# Σύστημα Επιτήρησης Μονάδας ΣΗΘΕ 7,14 MWe

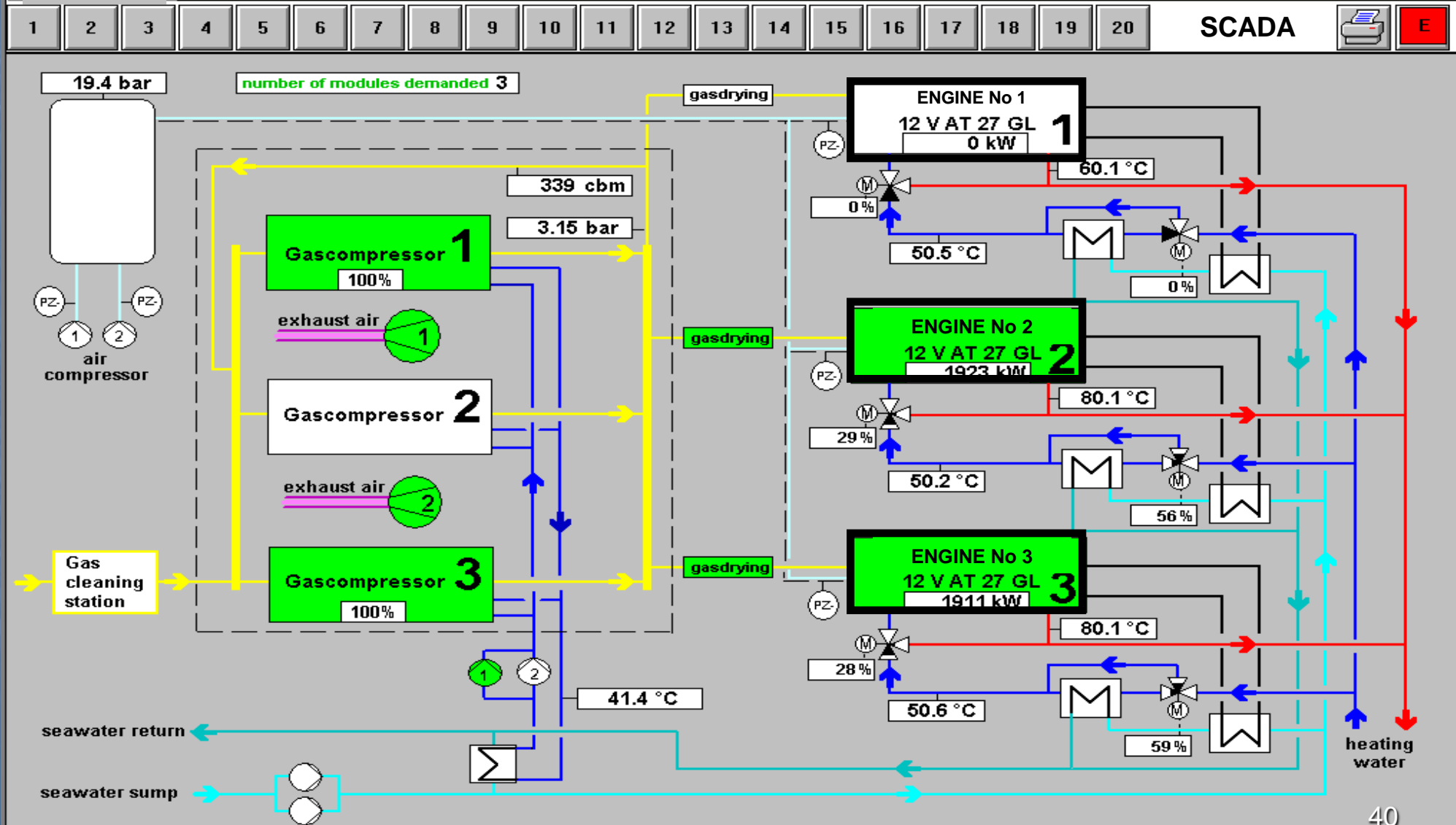
## Overview

C: / 2943370 kb

D: / 1588848 kb

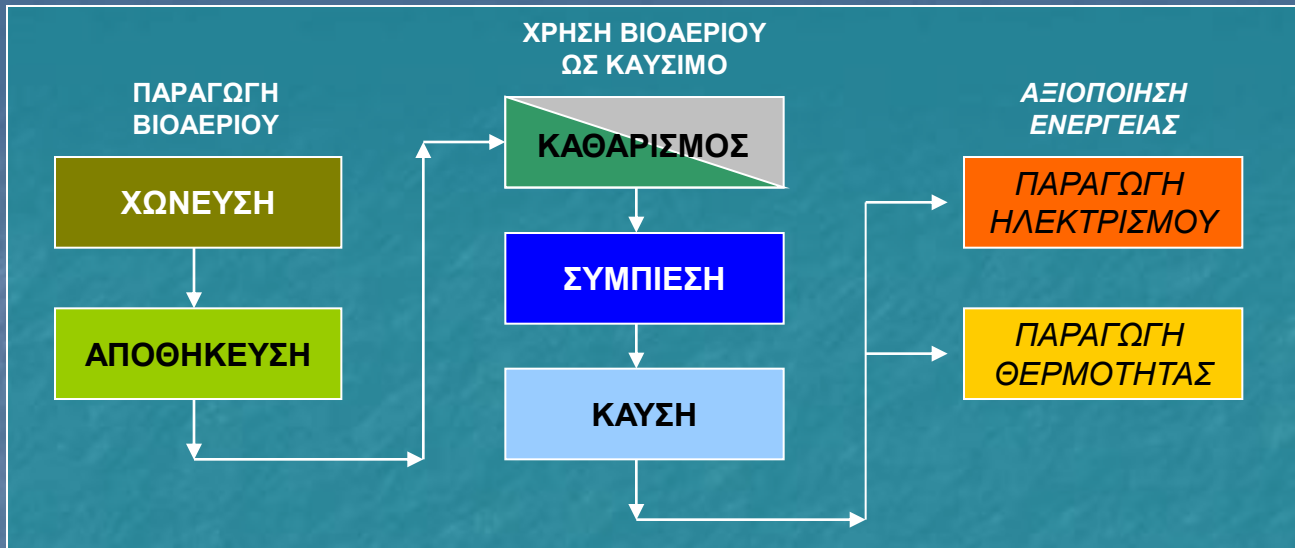
window active 1

SCADA

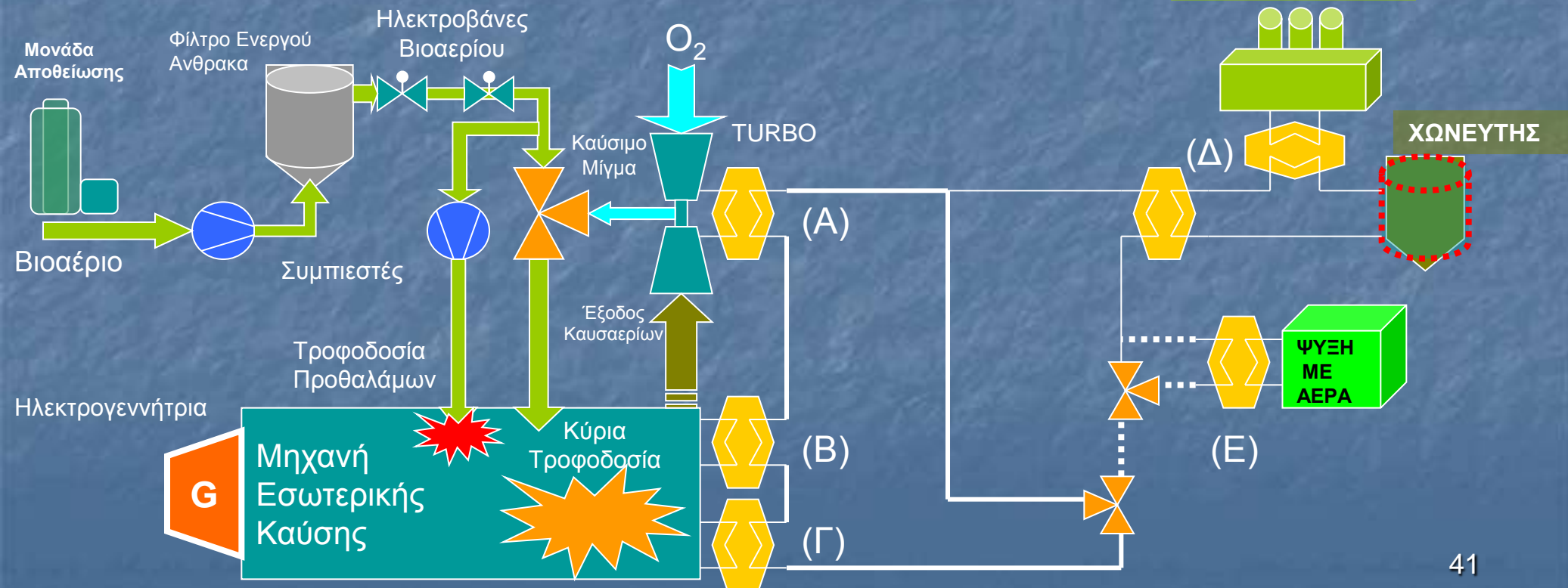




# ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΣΗΘΕ 4,25 MWe



- (Α) Εναλλάκτης Ψύξης Μίγματος Καυσίμου
- (Β) Εναλλάκτης Ψύξης Νερού Μηχανής
- (Γ) Εναλλάκτης Ψύξης Λαδιού Μηχανής
- (Δ) Εναλλάκτες Θέρμανσης Χωνευτών
- (Ε) Εναλλάκτης Ψύξης με Αέρα

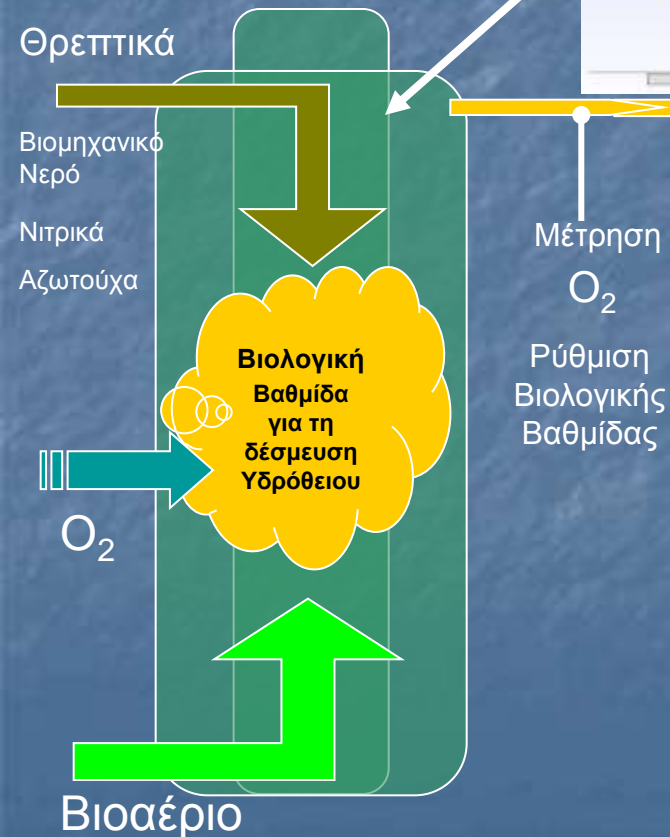


## Αεροφυλάκια



Βιοαέριο

## Βιολογική Μονάδα Αποθείωσης



Μέτρηση  $O_2$

Ρύθμιση Βιολογικής Βαθμίδας

Συμπλήρωση  $NaOH$

Χημική Βαθμίδα

Μέτρηση  $H_2S$

Ρύθμιση Χημικής Βαθμίδας



Φίλτρο Ενεργού Άνθρακα

Γεννήτρια

G

Μηχανή Εσωτερικής Καύσης

Τροφοδοσία Αεριομηχανής



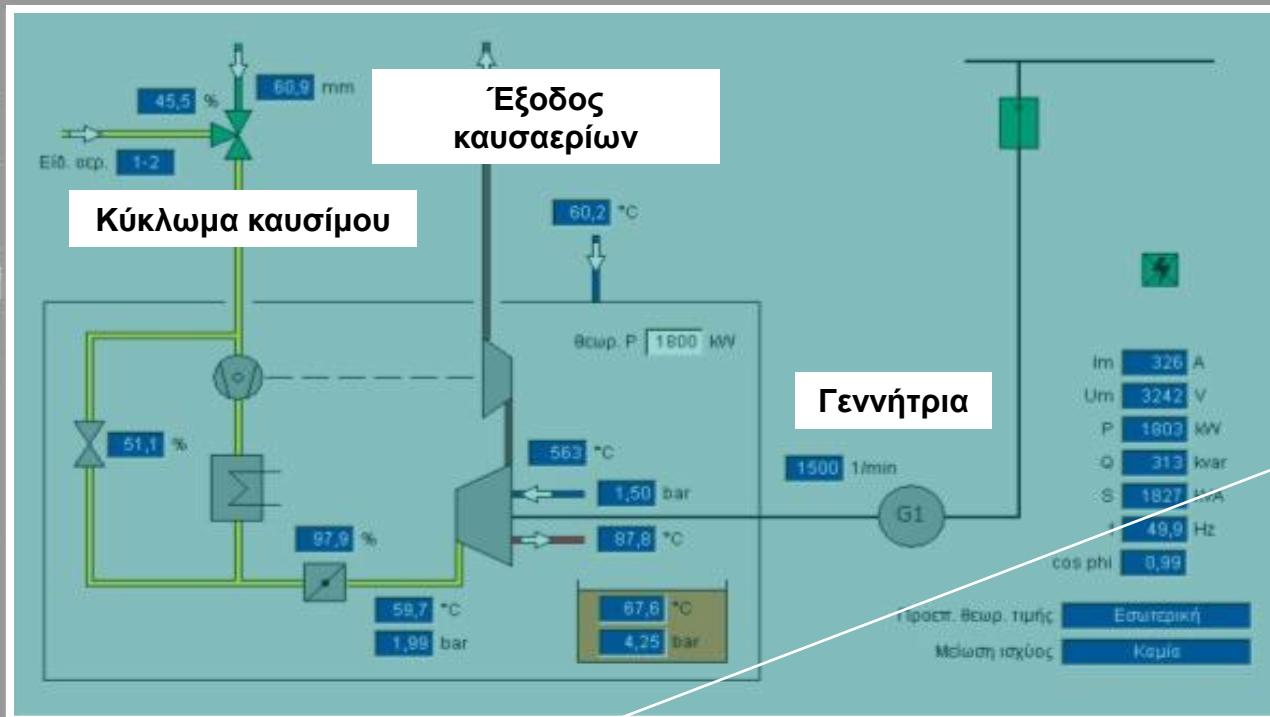
# GAS ENGINE

M01 : Παράλληλη λειτουργία δικτύου

1798 kW

# SCADA

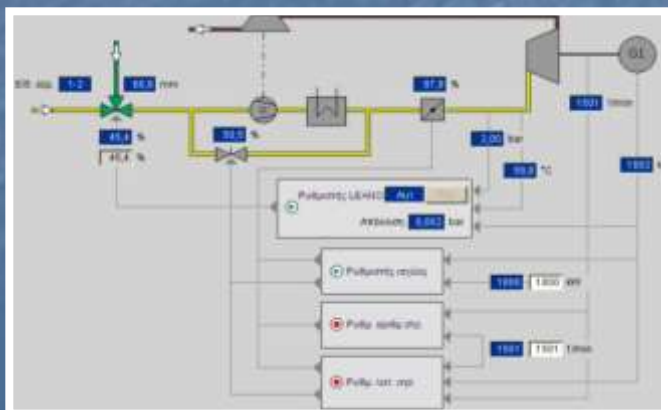
Μονάδας ΣΗΘΕ 4,25MWe



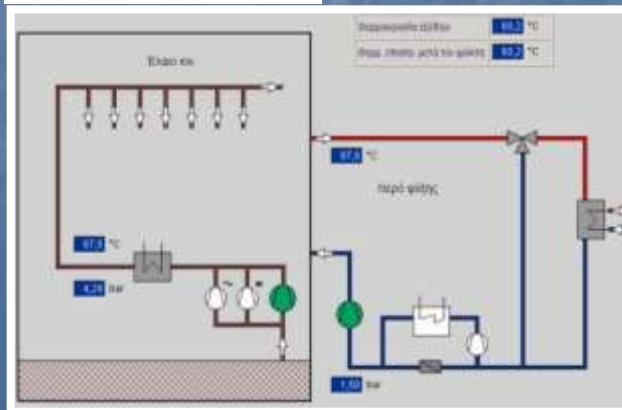
**Γεννήτριες**

	M01	M02
θερμ. P	1800	1800
πραγμ. P	1801	1803
WP	3561,2	3837,2
WQ	322,7	386,5
Λειτουργία	2206	2172
Εκκιν.	427	382

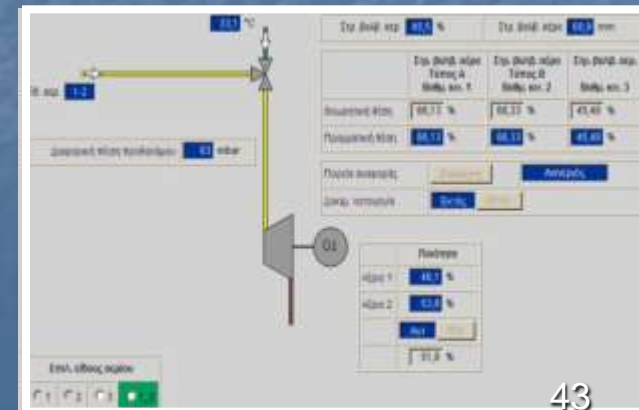
**Ρύθμιση Ισχύος**



**Κύκλωμα Λαδιού**



**Στροβιλοσυμπιεστής**



# Οικονομικά, Περιβαλλοντικά και άλλα Οφέλη από την Συμπαγωγή Ηλεκτρικής και Θερμικής Ενέργειας με καύση Βιοαερίου

- Ενεργειακή αυτοδυναμία
- Κέρδος από την μη αγορά ηλεκτρικής ενέργειας
- Έσοδα από την πώληση περίσσειας ηλεκτρικής ενέργειας
- Εξοικονόμηση καυσίμου
- Μειωμένη εκπομπή ρύπων στην ατμόσφαιρα
- Απόκτηση τεχνογνωσίας
- Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας





Ευχαριστούμε για την προσοχή σας