



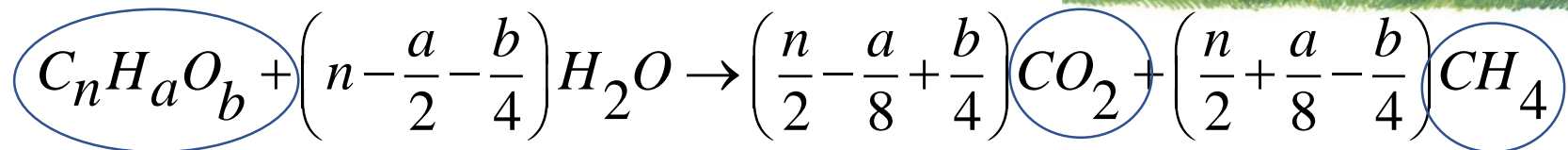
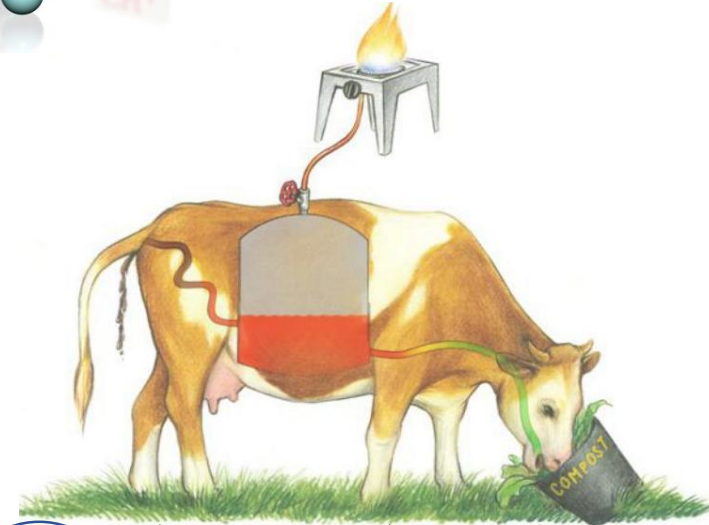
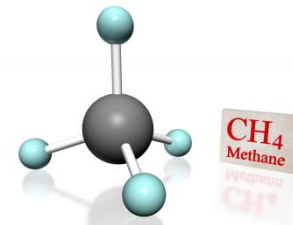
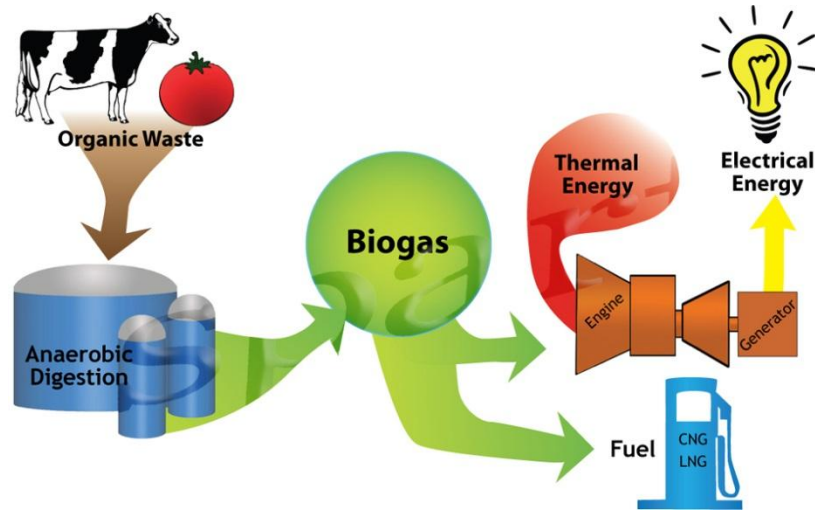
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στη Γεωργία

ΒιοΕνέργεια

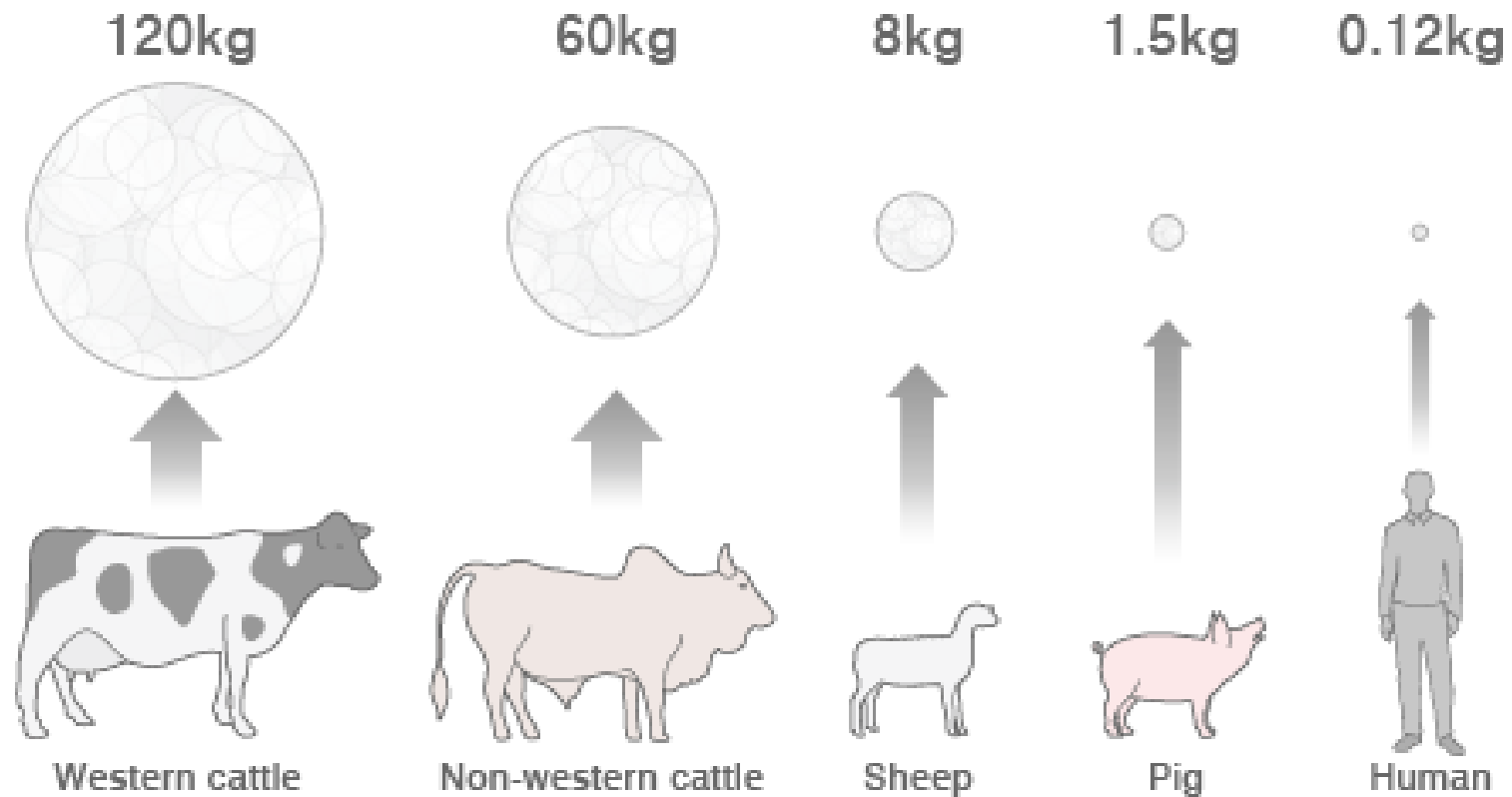
Αγγελική Μαραγκάκη
Μηχανικός Ορυκτών Πόρων, PhD

Αναερόβια χώνευση

- ✓ Βιολογική διεργασία όπου οργανικό υλικό απουσία οξυγόνου → μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα



Methane emissions per animal/human per year



SOURCE: Nasa's Goddard Institute for Space Science

https://www.youtube.com/watch?v=HisfYVEqs_0

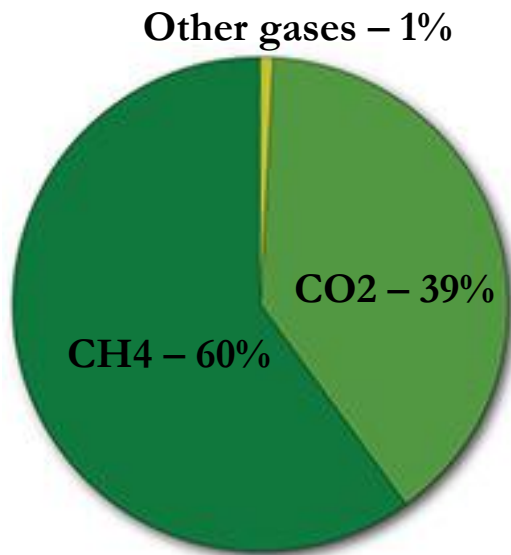
<https://www.youtube.com/watch?v=e2Gz-h35HCE>

Σύσταση Βιοαερίου



Φυσικό Αέριο: 12000
kcal/m³

4.500-5.000 kcal/m³



| Component | Chemical symbol | Concentration |
|-------------------|------------------|-----------------|
| Methane | CH ₄ | 50-75 % -vol. |
| Carbon dioxide | CO ₂ | 25-45 % -vol. |
| Water vapour | H ₂ O | 2-7 % -vol. |
| Oxygen | O ₂ | <2 % -vol. |
| Nitrogen | N ₂ | <2 % -vol. |
| Ammonia | NH ₃ | <1 % -vol. |
| Hydrogen | H ₂ | <1 % -vol. |
| Hydrogen sulphide | H ₂ S | 20 – 20.000 ppm |

[ppm: Parts per million; % - vol.: volumetric percentage]

μέγιστη θεωρητική παραγωγή μεθανίου 0.35L CH₄/g COD

Σύσταση Βιοαερίου

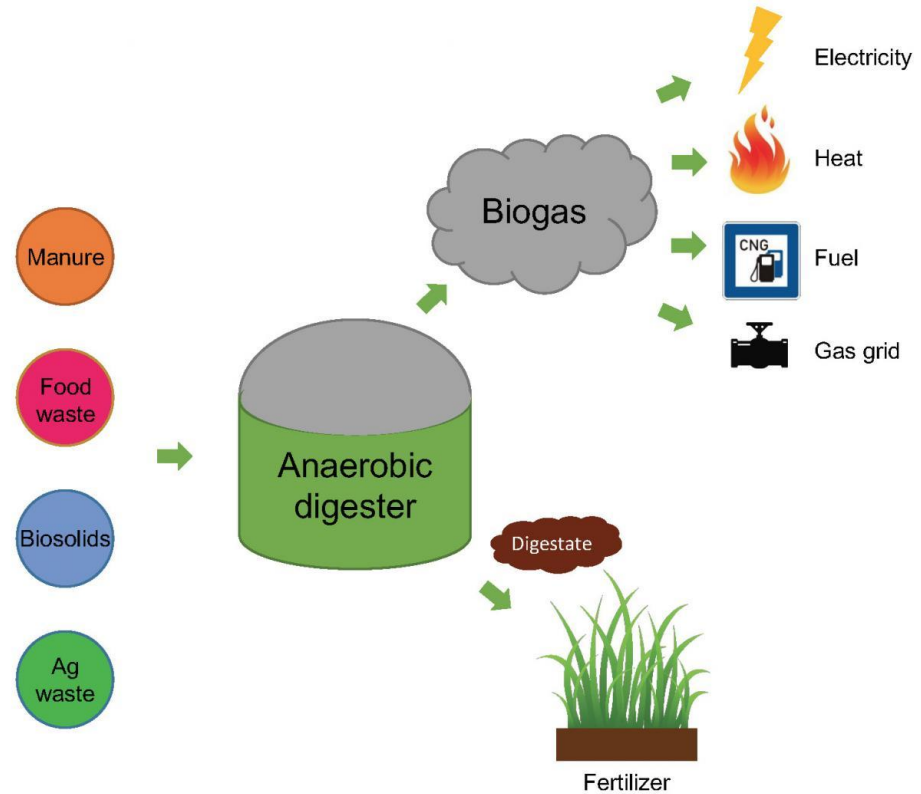
| Components | Household waste | Wastewater treatment plants sludge | Agricultural wastes | Waste of agrifood industry |
|------------------------|-----------------|------------------------------------|---------------------|----------------------------|
| CH ₄ % vol | 50-60 | 60-75 | 60-75 | 68 |
| CO ₂ % vol | 38-34 | 33-19 | 33-19 | 26 |
| N ₂ % vol | 5-0 | 1-0 | 1-0 | - |
| O ₂ % vol | 1-0 | < 0,5 | < 0,5 | - |
| H ₂ O % vol | 6 | 6 | 6 | 6 |

| Types of gas | Biogas 1 Household waste | Biogas 2 Agrifood industry | Natural gas |
|--------------|---|---|--|
| Composition | 60% CH ₄ 33% CO ₂ 1% N ₂ 0% O ₂ 6% H ₂ O | 68% CH ₄ 26% CO ₂ 1% N ₂ 0% O ₂ 5% H ₂ O | 97,0% CH ₄ 2,2% C ₂ 0,3% C ₃ 0,1% C ₄₊ 0,4% N ₂ |

Χωνεμένο υπόλειμμα

Πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά

→ κατάλληλο ως φυσικό
λίπασμα στην γεωργία



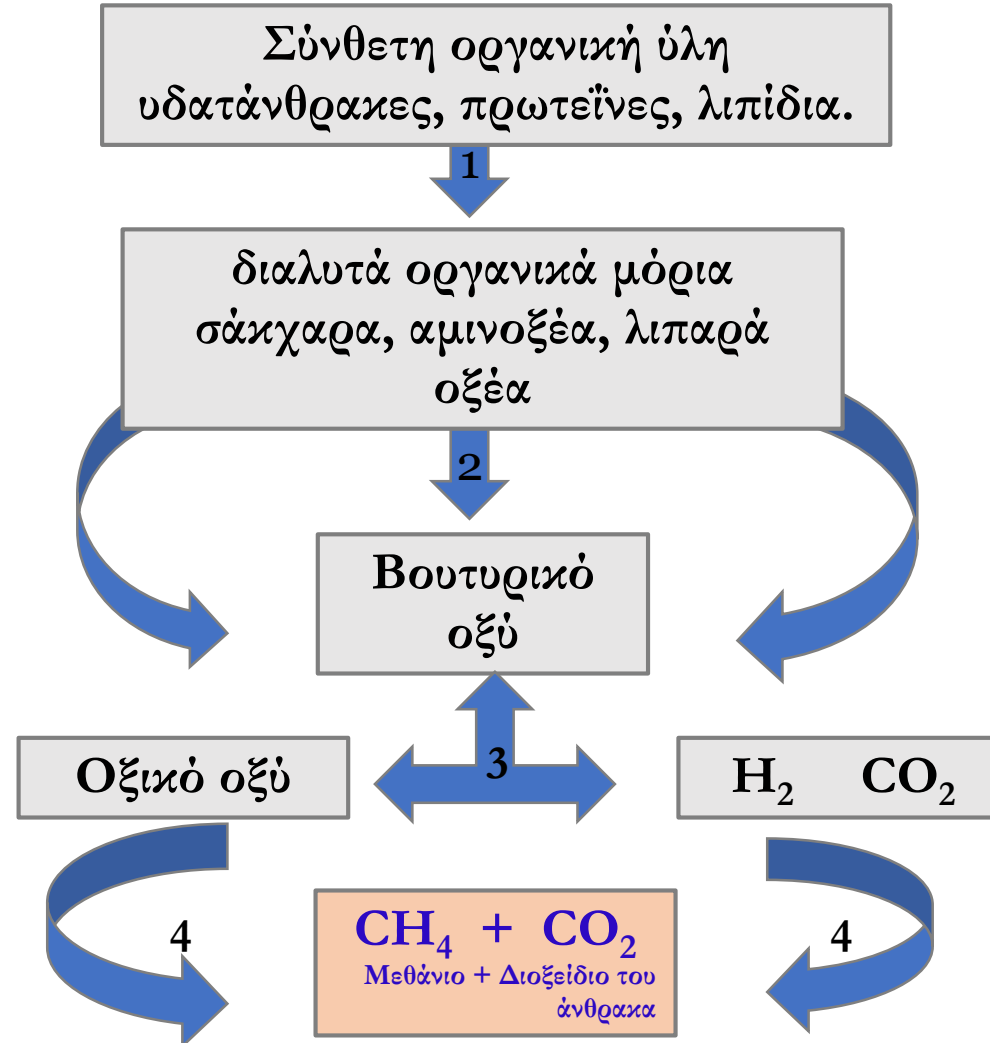
https://www.youtube.com/watch?v=AOIsYS-_czw

<https://www.youtube.com/watch?v=aULRryCVMY>

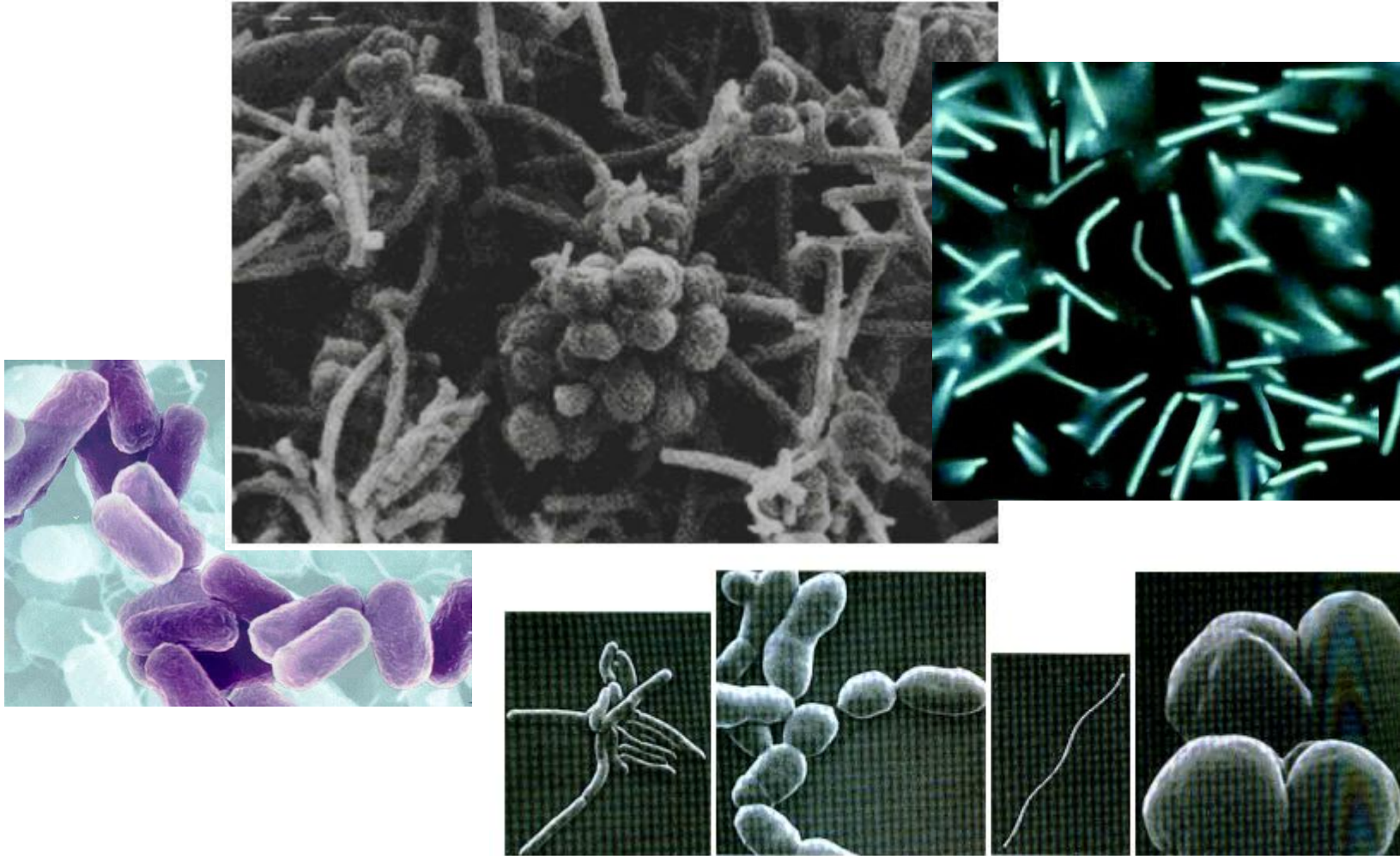
ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Βιοχημικές αντιδράσεις

- 1 Υδροlyση
Σύνθετα πολυμερή
- 2 Οξογένεση
Οργανικά μόρια σε λιπαρά οξέα
- 3 Οξικογένεση
Μετατροπή σε οξικό οξύ & CO₂
- 4 Μεθανογένεση
Τελική μετατροπή σε μεθάνιο [CH₄]



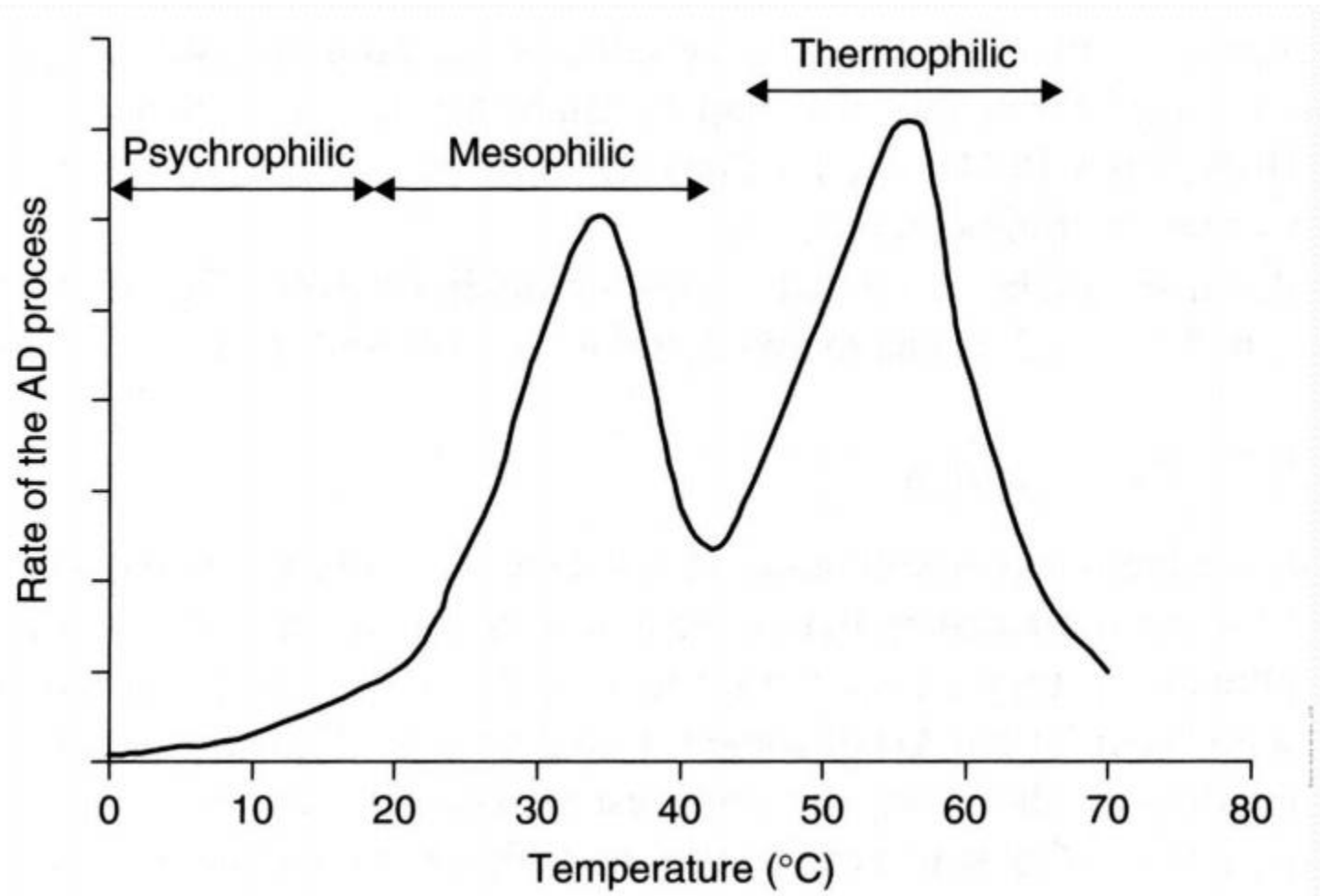
Μεθανογόνοι μικροοργανισμοί



Παράγοντες που επηρεάζουν αναερόβια χώνευση

- Δομή μικροβιακής κοινότητας (αλληλεπίδραση μ/ο)
- Υπόστρωμα (όχι ξύλο)
- Θερμοκρασία (μεσόφιλες: 35° C, θερμοφιλες 55-60° C)
- pH (6,5-8,5 – 7-8 βέλτιστο)
- Θρεπτικά (C και N – COD/N)
- Τοξικές ουσίες (οξυγόνο, ενώσεις θείου κα)
- Τύπος αντιδραστήρα

Παράγοντες που επηρεάζουν αναερόβια χώνευση

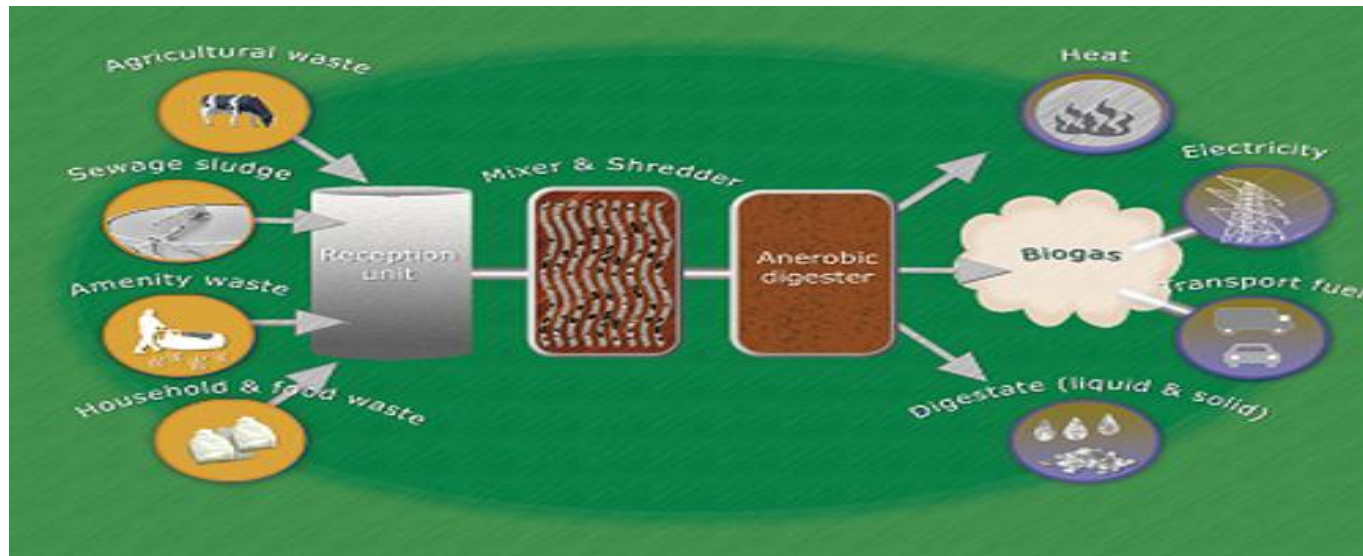


Βέλτιστα για μεσόφιλη 30-40 °C και 50-60 °C για θερμοφιλή

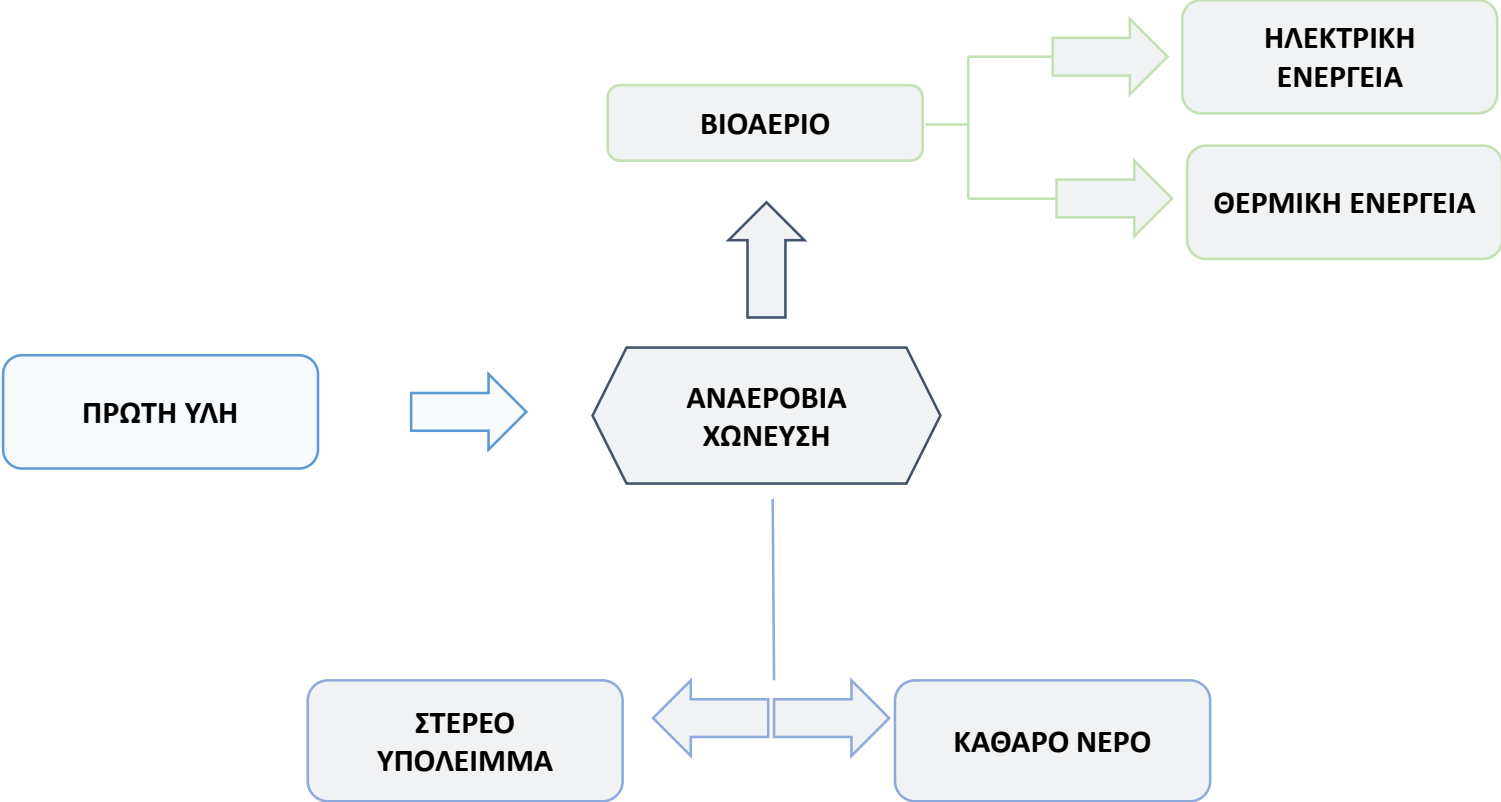
Συν-χώνευση αποβλήτων

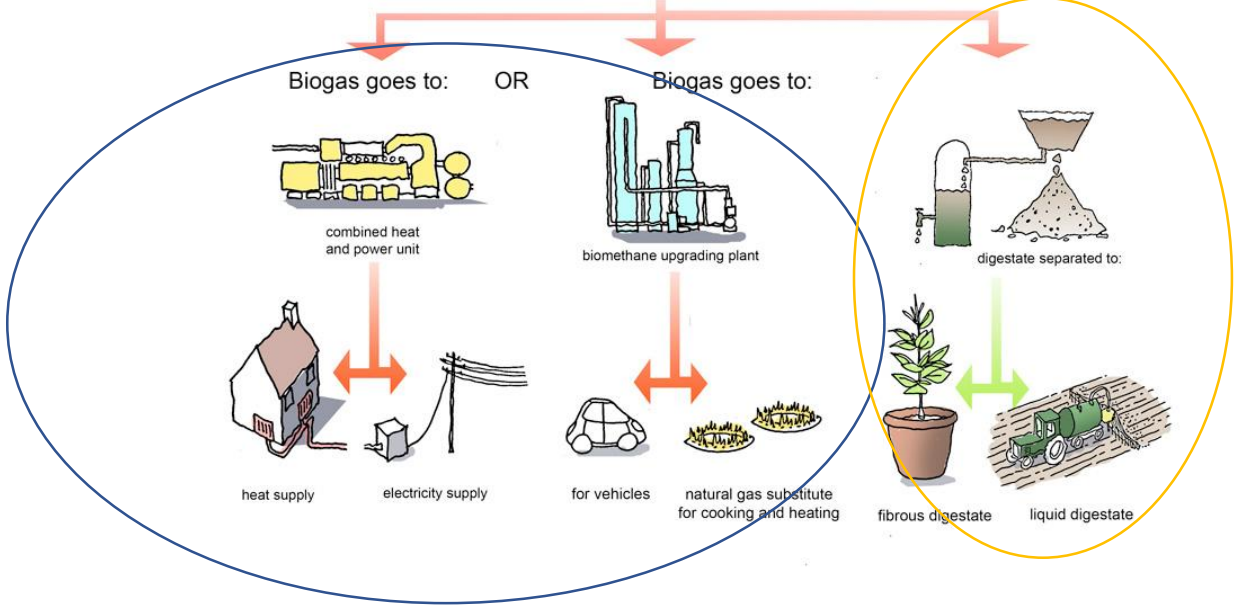
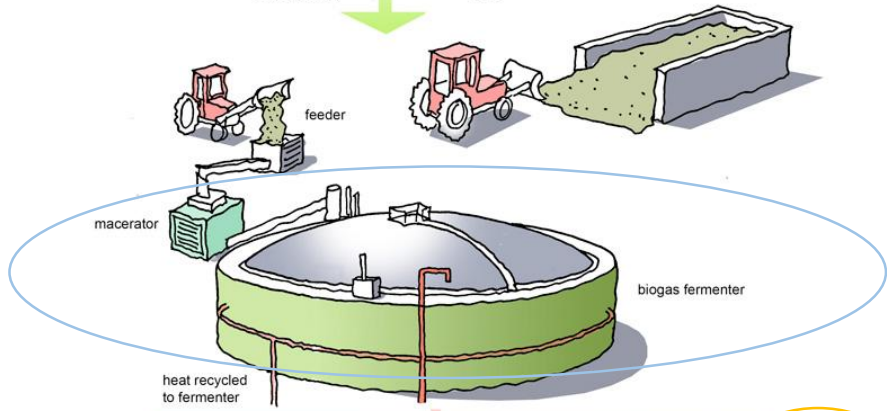
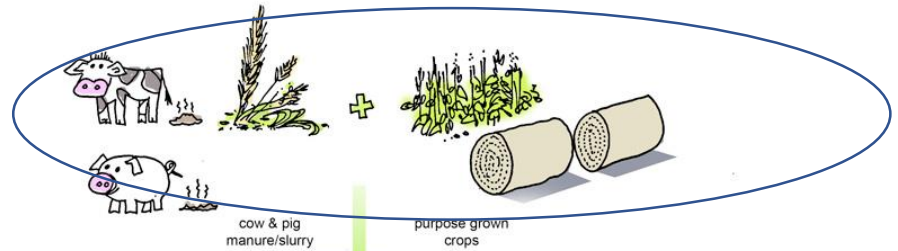
Συν-επεξεργασία δυο ή περισσότερων υλικών

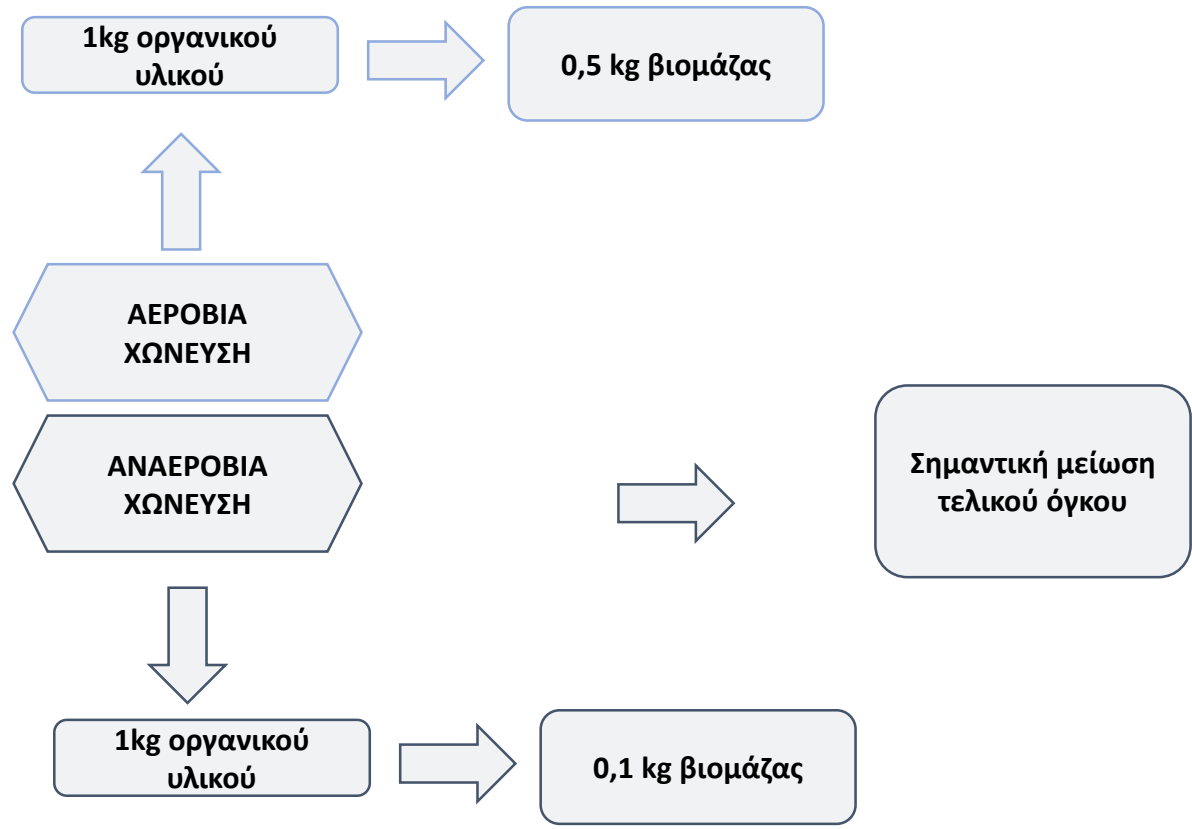
- Βελτιώνει τα χαρακτηριστικά της τροφοδοσίας
- Αυξάνει την παραγωγή βιοαερίου
- Βελτιώνει την ποιότητα της εκροής



Αναερόβια χώνευση







Πρώτες ύλες

- Κτηνοτροφικά απόβλητα
- Γεωργικά υπολείμματα
- Ενεργειακές καλλιέργειες
- Υγρά και στερεά Απόβλητα



Κτηνοτροφικά απόβλητα

- ✓ Βουστάσια
- ✓ Ορνιθοτροφεία
- ✓ Χοιροστάσια
- ✓ Ποιμνιοστάσια
- ✓ Άλλες μονάδες



Κτηνοτροφικά απόβλητα

Πλεονεκτήματα

- ✓ Φυσιικού περιεχομένου αναερόβιων βακτηρίων
- ✓ Υψηλή υγρασία (δρα ως διαλύτης)
- ✓ Χαμηλή κόστος πρώτης ύλης
- ✓ υψηλή προσβασιμότητα – συλλέγονται καθημερινά



Γεωργικά υπολείμματα

- ✓ Υπολείμματα φυτών
- ✓ Φλοιοί φρούτων/λαχανικών
- ✓ Χαλασμένα φρούτα/λαχανικά
- ✓ Άχυρα
- ✓ Γρασίδι



Ενεργειακές καλλιέργειες

Γεωργικά υπολείμματα

- ✓ Καλαμπόκι
- ✓ Σιτάρι
- ✓ Ηλίανθος
- ✓ Σόργο
- ✓ Αγρινάρα
- ✓ Μίσχανθος
- ✓ Πατάτες
- ✓ Τεύτλα
- ✓ Άλλα



Υγρά και στερεά απόβλητα


- ✓ Λυματολάσπη
- ✓ Απόβλητα τυροκομείων
- ✓ Απόβλητα επεξεργασίας τροφίμων
- ✓ Οργανικό κλάσμα ΑΣΑ
- ✓ Άλλα





Κρήτη 2016
Ζώα
2,300,000

Βιοαέριο
91,425,000 Nm³



Κρήτη μεγάλες πόλεις
Αποφάγια
60,112 tn/year

Βιοαέριο
9,016,830 Nm³

Παράμετροι

Θερμοκρασία:

35-42°C Μεσόφιλη

55-65 °C Θερμόφιλη

Ανάμεσα μείωση!

Τροφοδοσία:

Απλή χώνευση

✓ Μια πρώτη ύλη

Συν-χώνευση

✓ Διάφορες πρώτες ύλες

Αντιδραστήρας:

Διαλείποντος έργου

Συνεχούς λειτουργίας

(SRT/HRT=1)

(Solids Retention Time, SRT), μέσος χρόνος που τα στερεά/μο παραμένουν στο χωνευτή (Hydraulic Retention Time, HRT), μέσο χρονικό διάστημα κατά το οποίο διατηρείται το υπόστρωμα μέσα στο χωνευτήρα $HRT = V_R/V$,

V_R ο όγκος του χωνευτήρα (m^3) και

V η ημερήσια ογκομετρική παροχή του υποστρώματος

Χώνευση

Ξηρή

✓ >25% ξηρό βάρος

Υγρή

✓ <10% ξηρό βάρος

Εργαστήριο ΕΛΜΕΠΑ

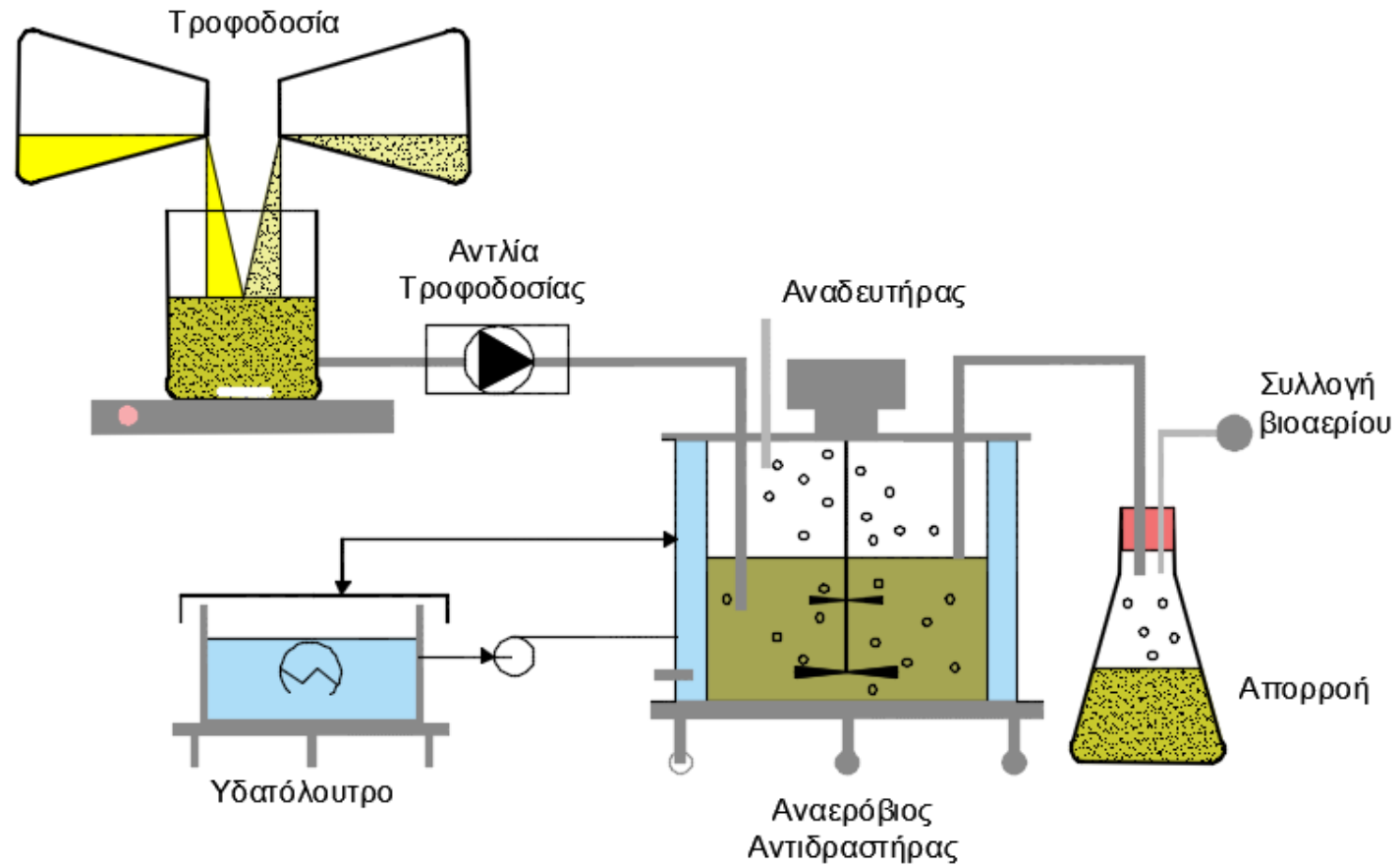


- ✓ Μέτρηση Βιοχημικά Μεθανογόνου Δυναμικού (BMP)
- ✓ 26 Εργαστηριακοί αντιδραστήρες υγρής & στερεής χώνευσης
- ✓ 5 Πιλοτικοί αντιδραστήρες 220, 500 & 1000 λίτρων

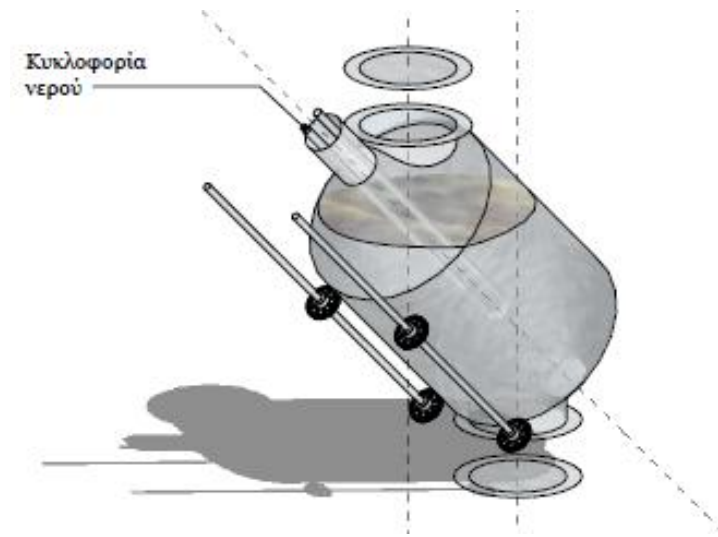
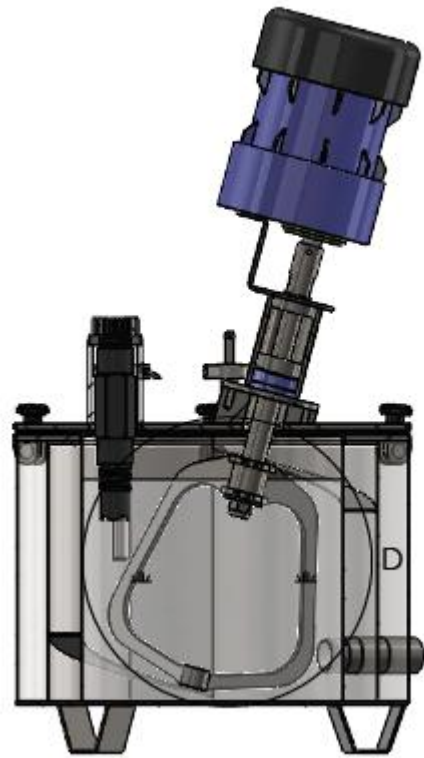
Εργαστήριο ΕΛΜΕΠΑ



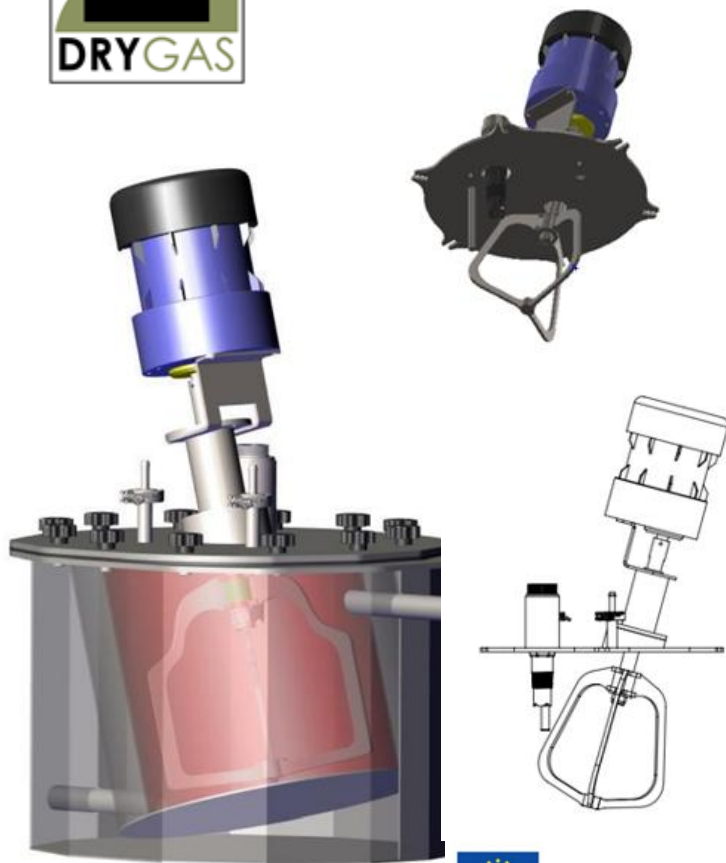
Εργαστηριακοί αντιδραστήρες υγρής χώνευσης



Εργαστηριακοί αντιδραστήρες Ξηρής χώνευσης



Εργαστηριακοί βιοαντιδραστήρες 5 L – Σχεδιασμός



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

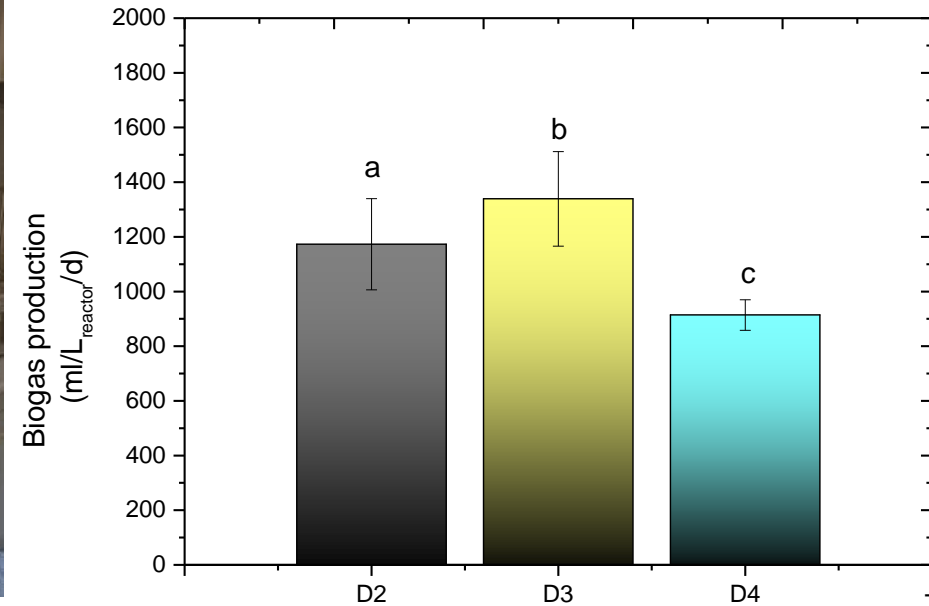
Εργαστηριακοί βιοαντιδραστήρες 5 L



D2: 5% SS, 10% TPOM, 30% AS, 55% PM

D3: 5% FW, 15% GR, 30% AS, 50% PM

D4: 5% CW, 15% GR, 30% AS, 50% PM



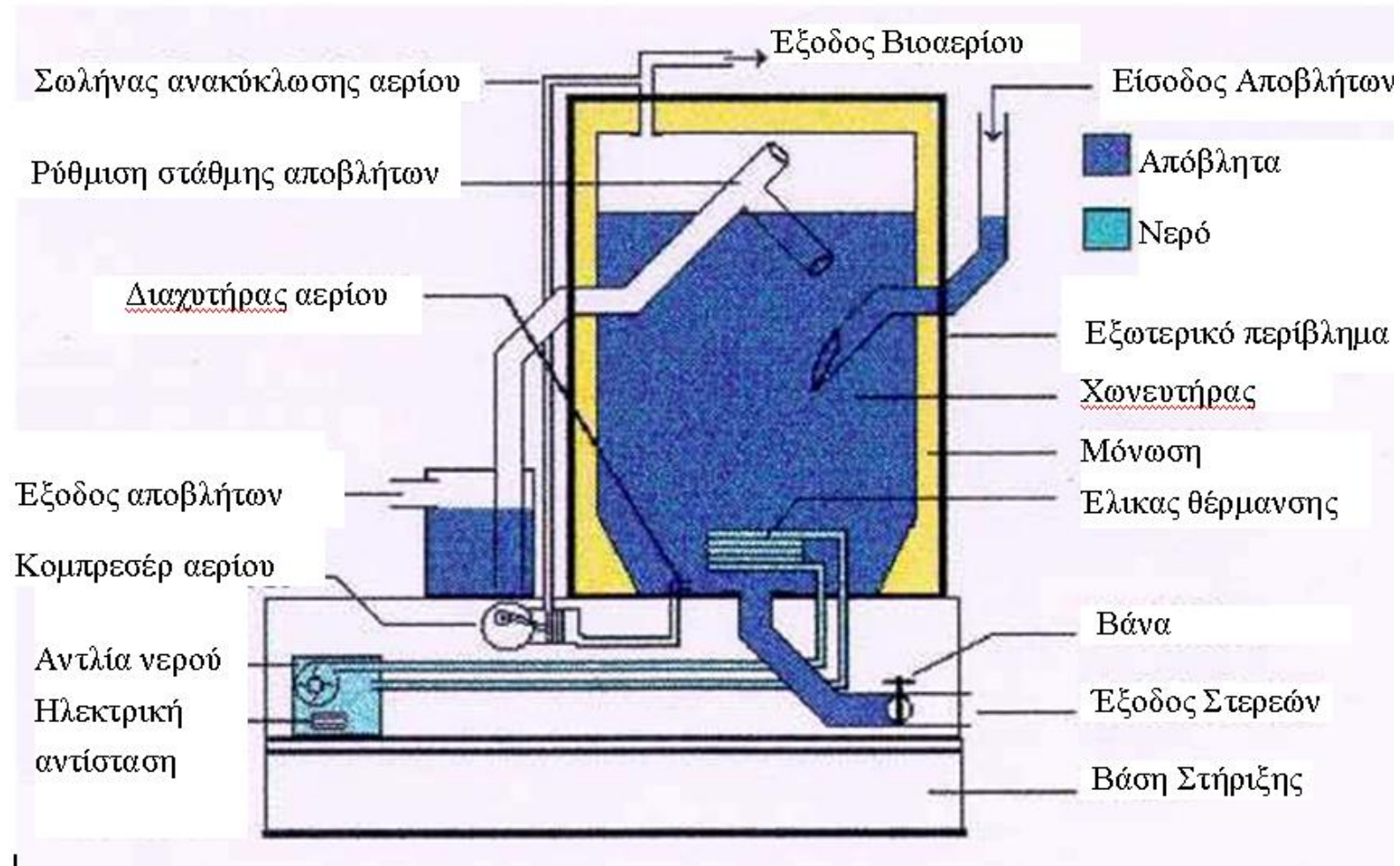
D2 → 1173 ± 167 ml/L_{reactor}/d

D3 → 1339 ± 173 ml/L_{reactor}/d

D4 → 914 ± 56 ml/L_{reactor}/d

↑ 15%
↑ 46%

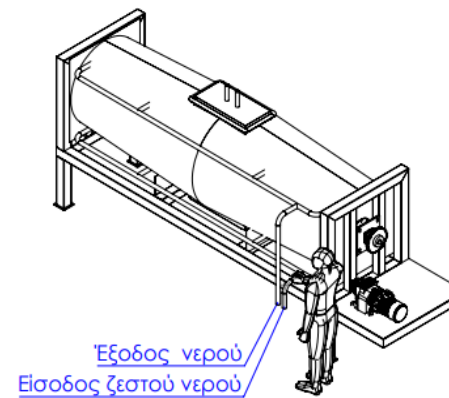
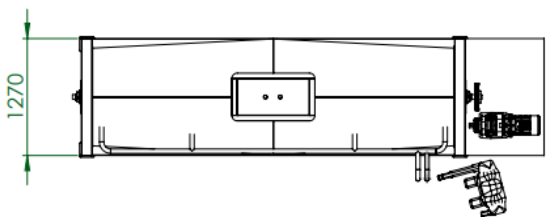
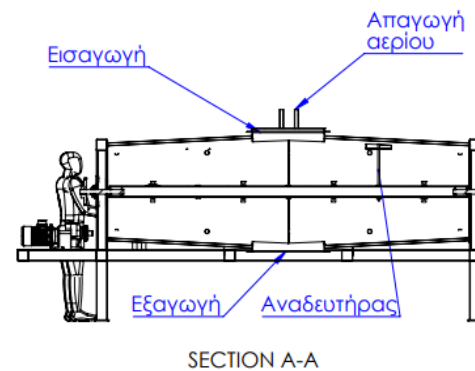
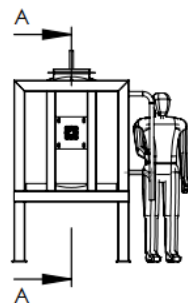
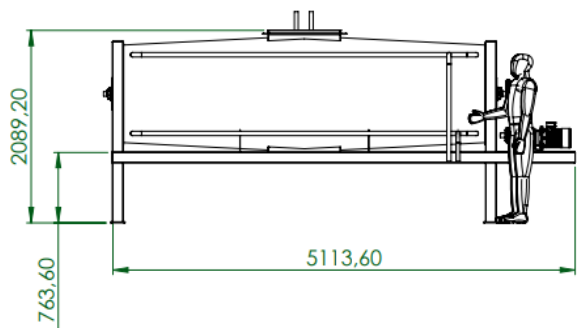
Πιλοτικοί αντιδραστήρες



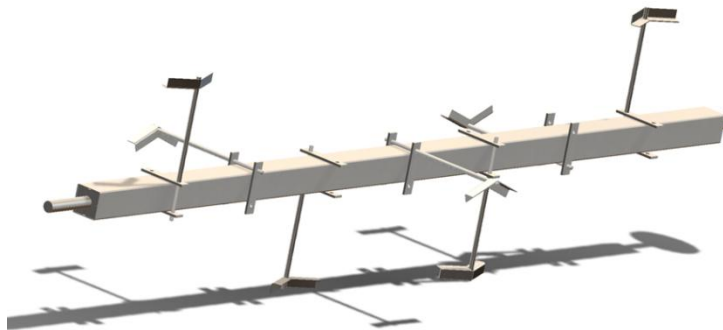
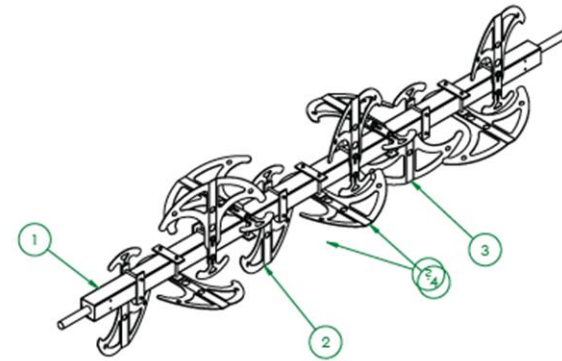
Πιλοτικοί αντιδραστήρες



Πιλοτικός βιοαντιδραστήρας 3 m³ – Σχεδιασμός -Τύπος Α



Πιλοτικός βιοαντιδραστήρας 3 m³ – Τύπος Α



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Διαρθρωτικό
και Αναπτυξιακό Ταμείο



Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
ΚΡΗΤΗ 2014 - 2020

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

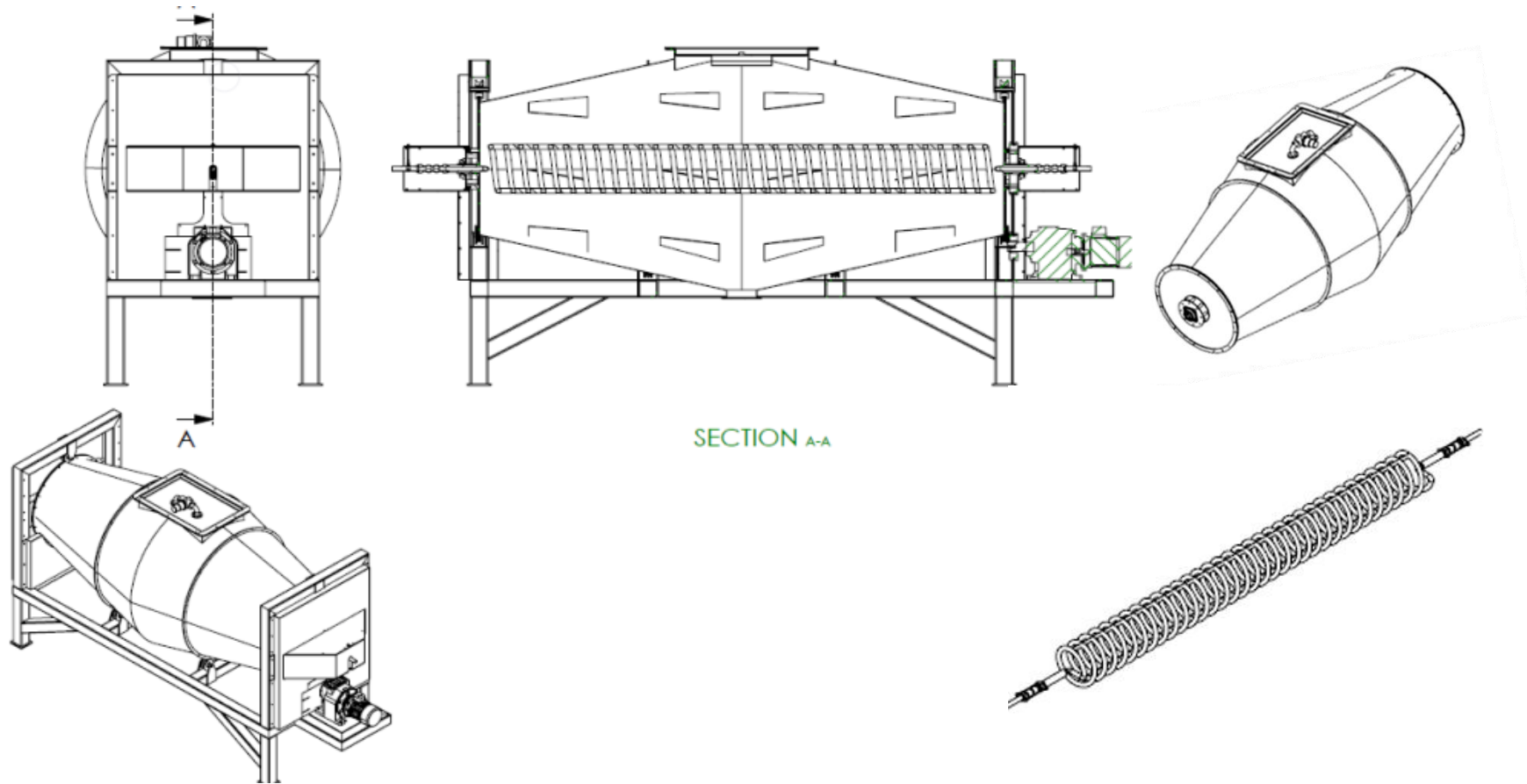


ΕΣΠΑ
2014-2020
ανάπτυξη - εργασία - αλληλεγγύη

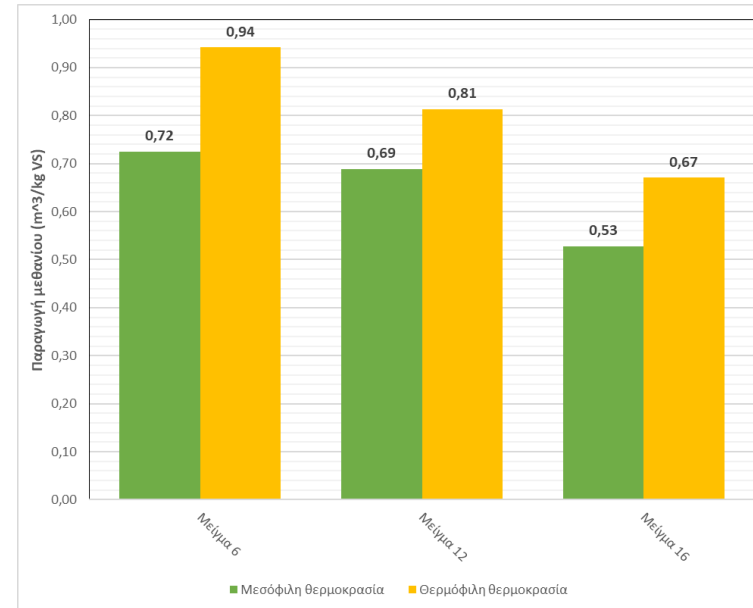
Πιλοτικός βιοαντιδραστήρας 3 m³ – Τύπος Α



Πιλοτικός βιοαντιδραστήρας 3 m³ – Σχεδιασμός -Τύπος Β



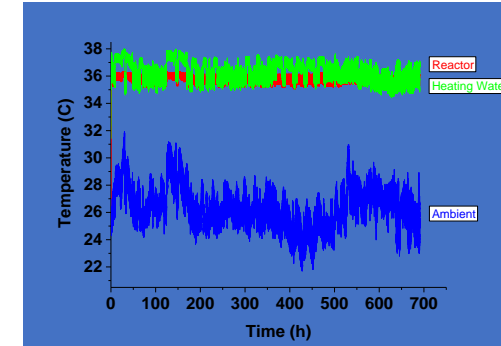
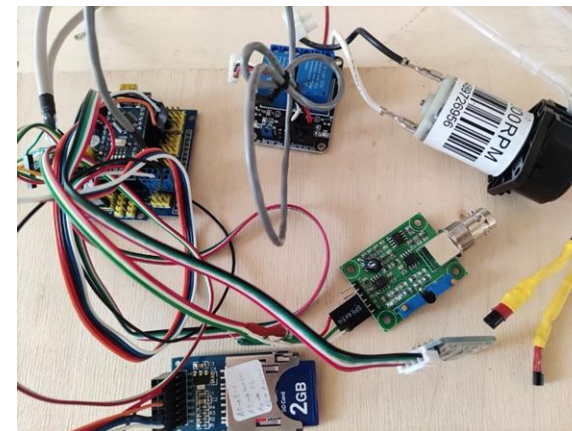
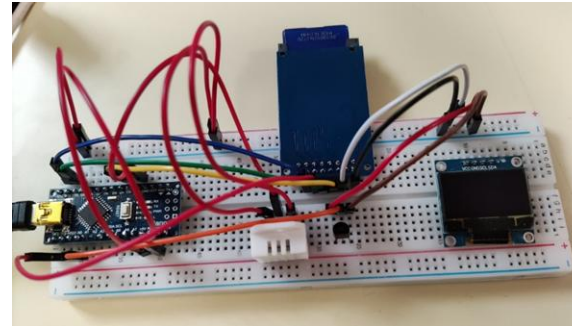
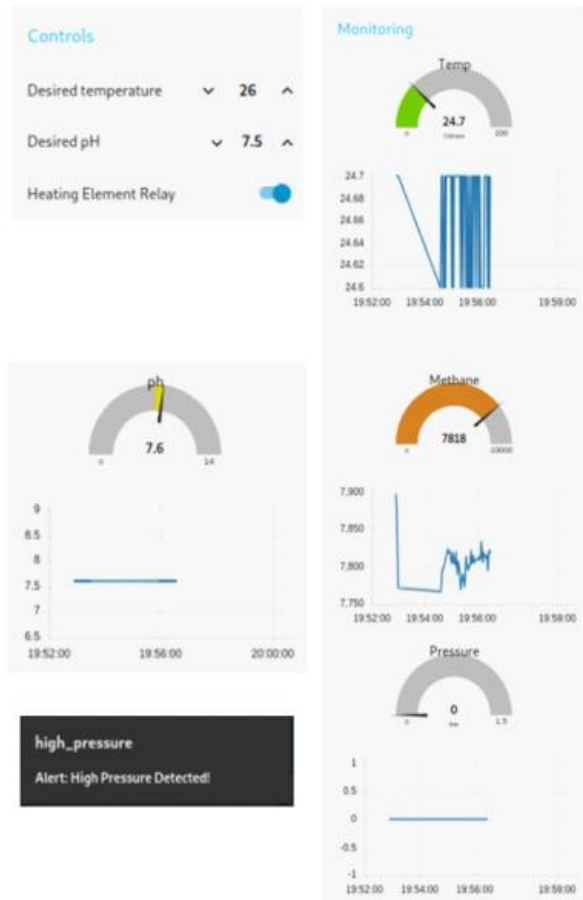
Πιλοτικός βιοαντιδραστήρας 3 m³ – Σχεδιασμός -Τύπος Β



Πιλοτικός βιοαντιδραστήρας 3 m³ – Τύπος Β

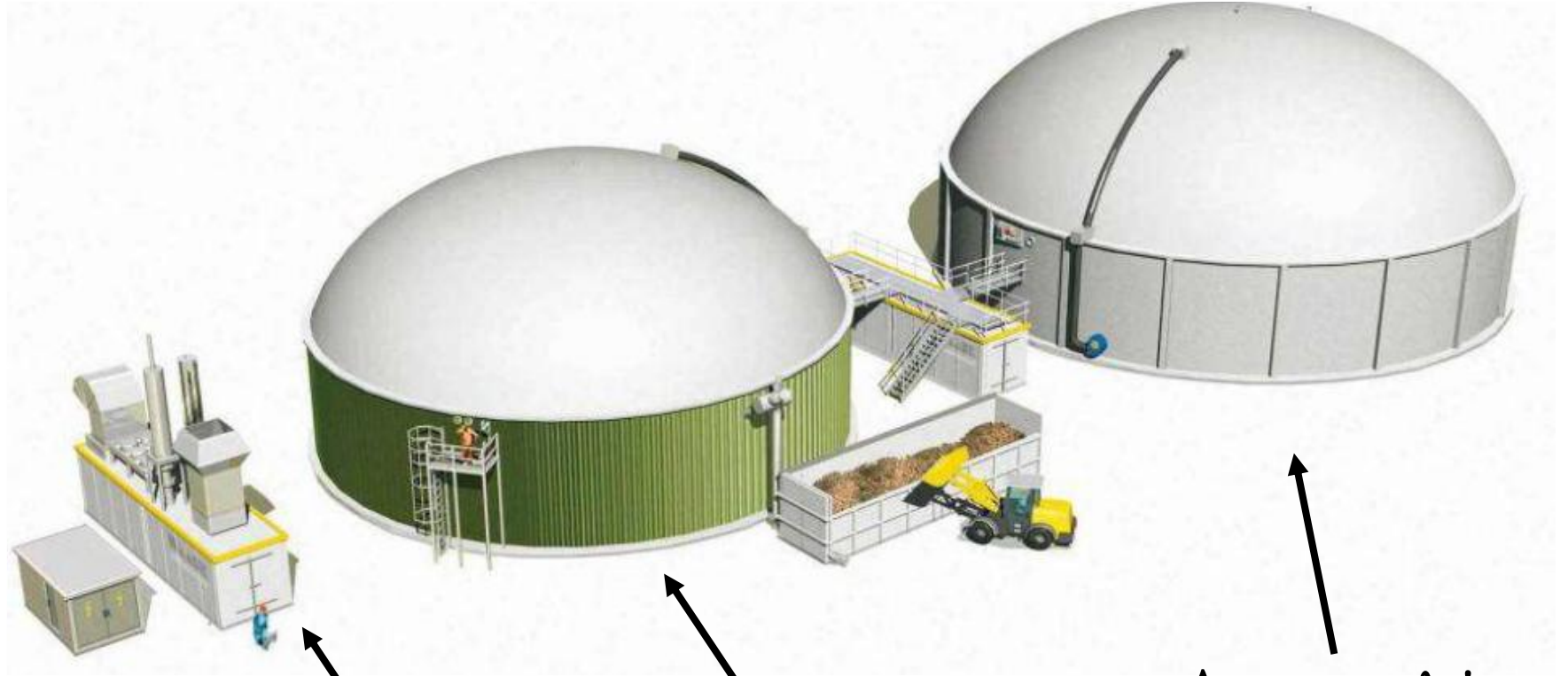


Αυτοματισμοί - Παρακολούθηση



- ✓ Αισθητήρας pH
- ✓ Αισθητήρας θερμοκρασίας
- ✓ Αισθητήρας πίεσης
- ✓ Σύστασης βιοαέριου (μεθάνιο)

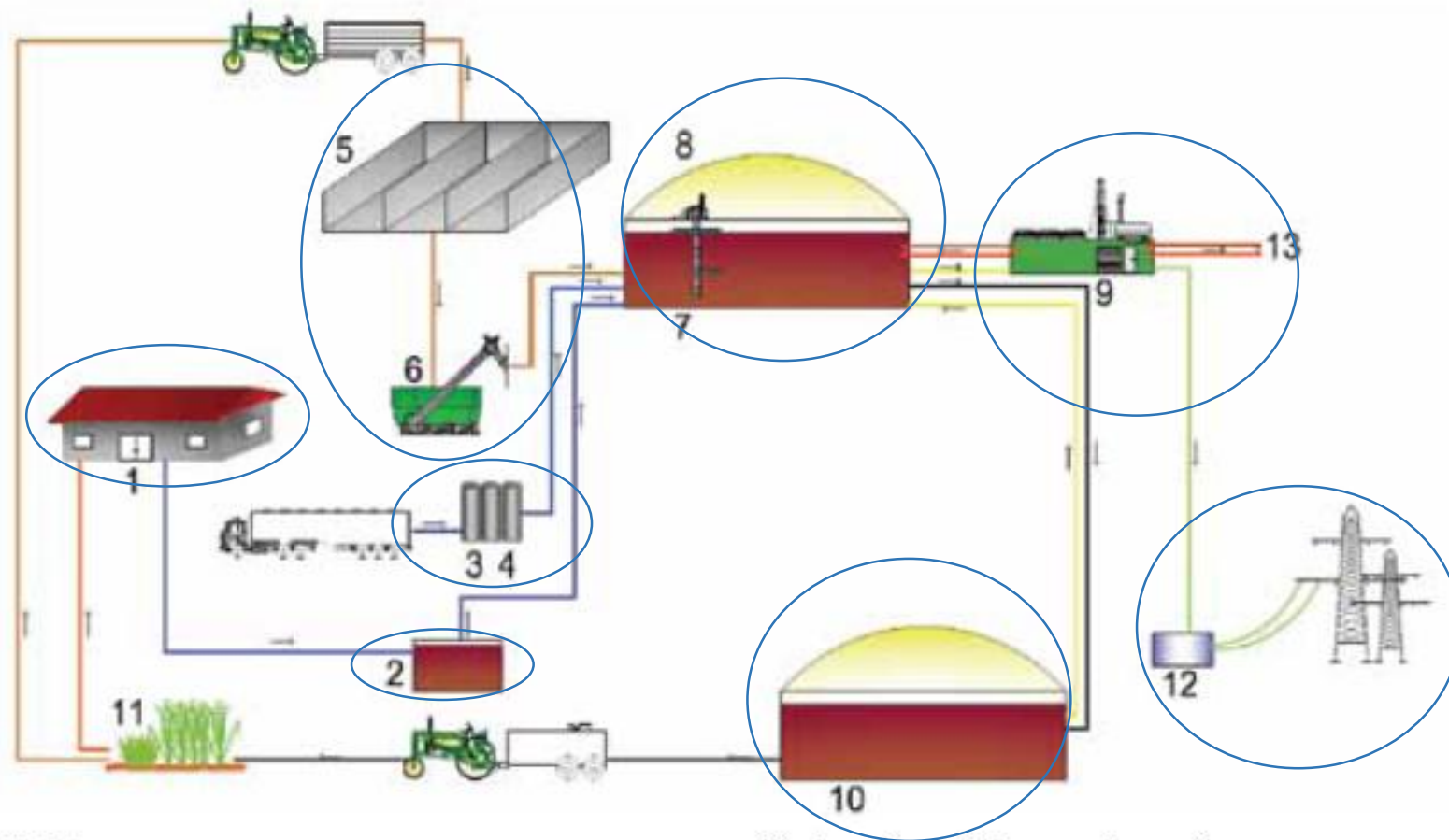
Μονάδα αναερόβιας χώνευσης



Μηχανή καύσης

Αντιδραστήρας

Αεριοφυλάκιο



- 1 Στάβλοι
- 2 Δεξαμενές υγρής κοπριάς
- 3 Δοχεία συλλογής για τα βιοαπόβλητα
- 4 Δεξαμενή υγιεινής
- 5 Δεξαμενή αποθήκευσης με είσοδο του οχήματος
- 6 Σύστημα τροφοδοσίας της στερεάς πρώτης ύλης
- 7 Χωνευτής (αντιδραστήρας βιοαερίου)

- 8 Δεξαμενή αποθήκευσης βιοαερίου
- 9 Μονάδα ΣΗΘ
- 10 Αποθήκευση του χωνεμένου υπολείμματος
- 11 Γεωργικές εκτάσεις
- 12 Μετασχηματιστής/Τροφοδοσία δικτύου
- 13 Χρήση θερμότητας

Ανάδευση αντιδραστήρα



Αναδευτήρας έλικας με καταδυόμενο μοτέρ



Αναδευτήρες κρεμασμένων πτερυγίων (αριστερά) και η αντίστοιχη μηχανή ανάδευσης (δεξιά)



Αναδευτήρες πτερυγίων

Μηχανή καύσης

Απόδοση

- Ηλεκτρική : 30-42%
- Θερμική : 25-50%

Καυστήρας βιοαερίου για παραγωγή θερμότητας



Μηχανές αερίου Otto

Αποθήκευση βιοαερίου



Εγκαταστάσεις πίεσης και βαλβίδες ασφαλείας



Εξωτερικές δεξαμενές αποθήκευσης αερίου χαμηλής πίεσης

Χωνευμένο υλικό

- ✓ Διάθεση στο έδαφος ως υγρή λίπανση
- ✓ Κομποστοποίηση



Οχήματα για τη διασπορά του χωνευμένου υπολείμματος ως εδαφοβελτιωτικό με την χρήση εύκαμπτων σωλήνων

Βελτίωση απόδοσης αναερόβιας επεξεργασίας

Προ – επεξεργασία

- Μηχανική (τεμαχισμός, ομογενοποίηση, χρήση υπέρηχων)
- Θερμική (θέρμανση 50-250°C)
- Χημική (προσθήκη βάσης, οξέος, όζοντος)
- Βιολογικοί (αναερόβια χώνευση 2 σταδίων, προσθήκη ενζύμων & μυκήτων)

το κόστος της προ- επεξεργασίας είναι πολύ υψηλό και δεν εφαρμόζεται σε μεγάλη κλίμακα. Εξαιρέσεις :

- ✓ Θερμική (Cambi, Porteous, Zimpro)
- ✓ Θερμο-χημική (Synox, Protox, Krepro)
- Συν - χώνευση

Αποτελέσματα Συν-χώνευσης

ΙΛΥΣ

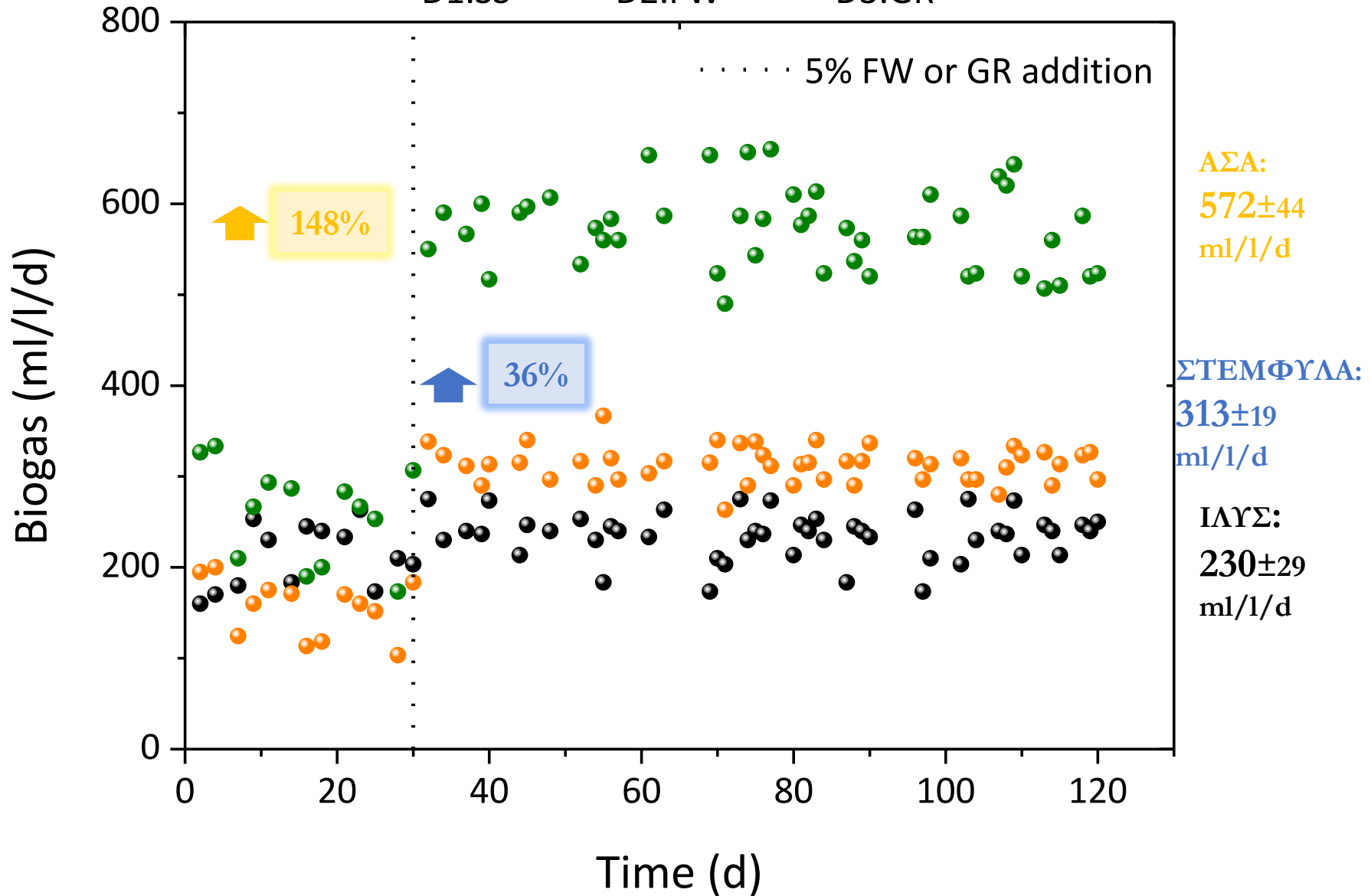
ΑΣΑ

ΣΤΕΜΦΥΛΑ

● D1.SS

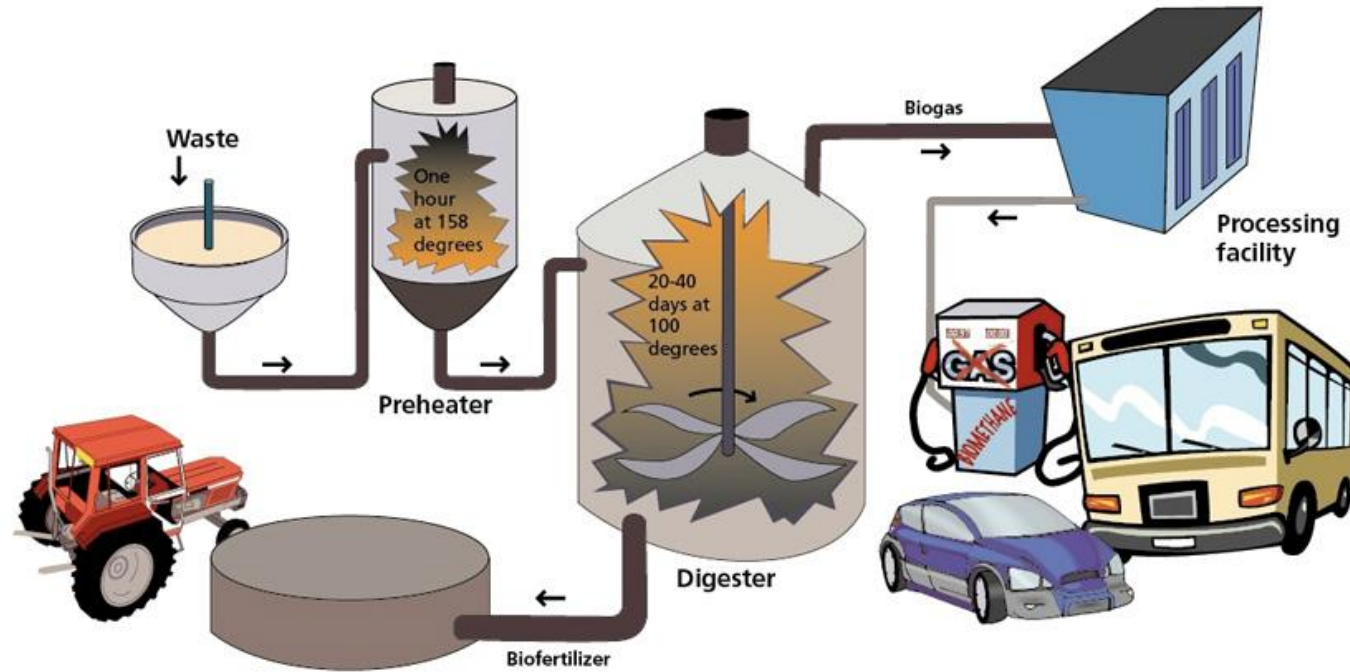
● D2.FW

● D3.GR



Αναβάθμιση βιοαερίου

Καθαρισμός / απομάκρυνση



- Νερού
- Υδροθείου
- Οξυγόνου και αζώτου

- Αμμωνία
- Σωματίδια
- Διοξείδιο του άνθρακα

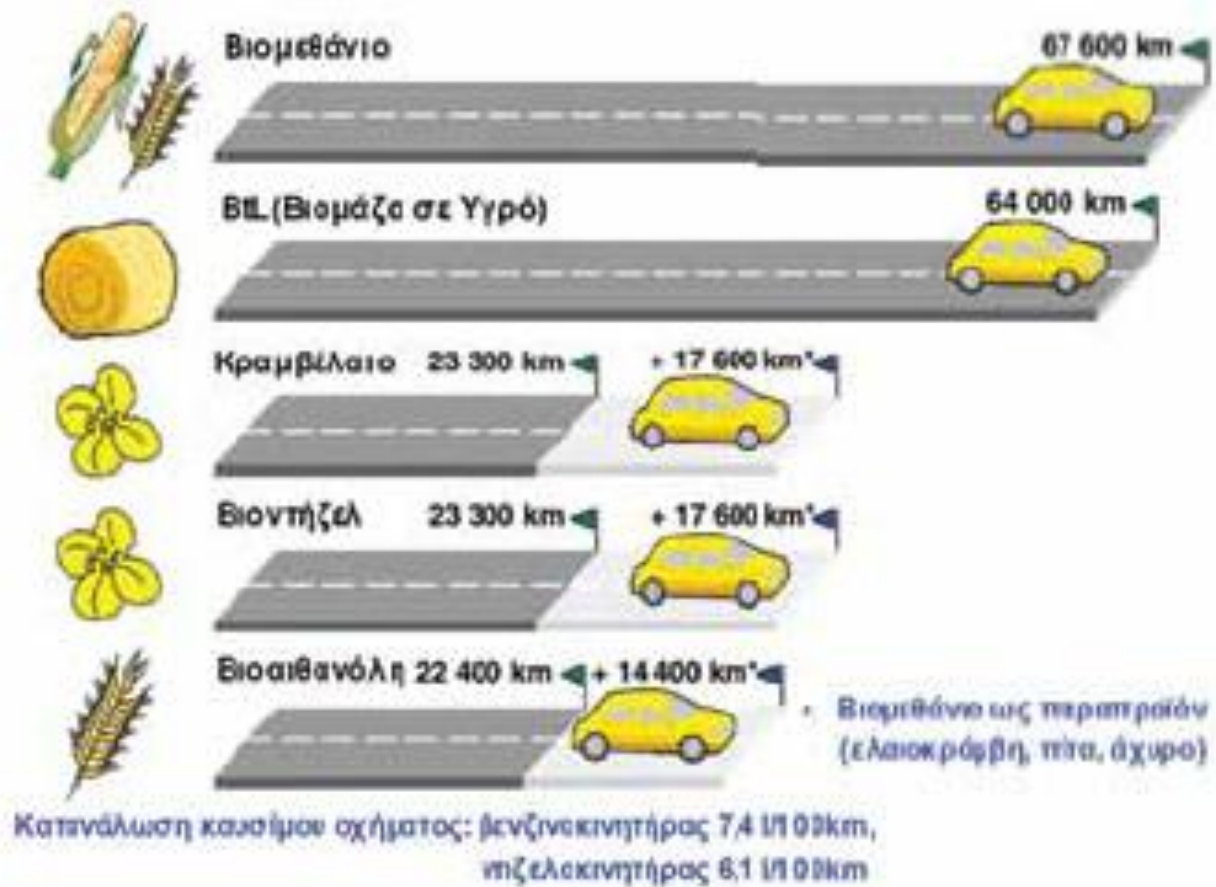
Αναβάθμιση μεθανίου



Αναβάθμιση μεθανίου

Το βιοαέριο πρέπει να αναβαθμιστεί προκειμένου να επιτευχθεί:

- Υψηλότερη θερμογόνο δύναμη, (τα οχήματα μπορούν να λειτουργήσουν σε μεγαλύτερες αποστάσεις έτσι),
- Σταθερή ποιότητα του αερίου για ασφαλή οδήγηση και λειτουργία του κινητήρα,
- Μείωση των κινδύνων διάβρωσης λόγω των υψηλών επιπέδων του υδρόθειου, αμμωνίας και νερού,
- Αέριο χωρίς επιζήμια σωματίδια για τη μηχανή



Σύγκριση βιοκαυσίμων: Αυτονομία ενός ΙΧ αυτοκινήτου κινούμενου με βιοκαύσιμα τα οποία παράγονται από πρώτες ύλες βιομάζας/ενεργειακές καλλιέργειες προερχόμενες από 1 εκτάριο καλλιεργήσιμης γης

Φινλανδία - 120.000 τόνους αποβλήτων 1.45MW



63.000 τόνους αφυδατωμένης ιλύος το χρόνο – 5MW





Εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων & Αναερόβιοι αντιδραστήρες στην Ελλάδα



➤ 11 μονάδες ΑΧ με
λυματολάσπες
(Ε.Ε.Λ. Ψυτάλλειας 11,4 MW)



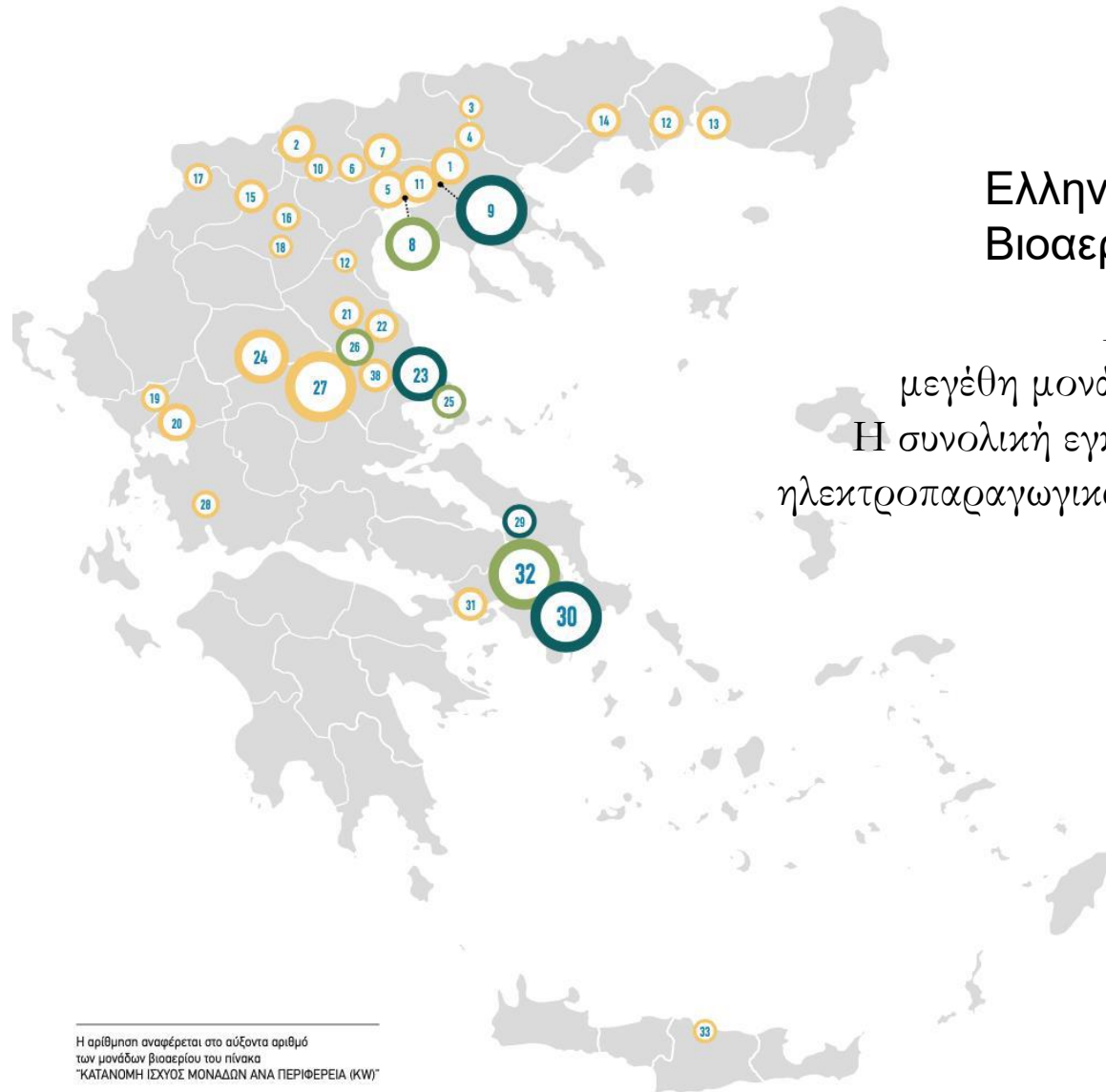
Θερμικές ανάγκες

➤ 24 μονάδες με
αγροτοβιομηχανικά

Εγκατεστημένη ισχύς
23 MW

| ΕΠΩΝΥΜΙΑ | ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (kW) |
|--|-----------------------------|
| ΕΠΙΛΕΚΤΟΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟ ΦΑΡΣΑΛΩΝ Α.Ε. | 5.252 |
| ΦΑΡΜΑ ΧΗΤΑΣ | 1.780 |
| ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ Α.Ε. | 1.500 |
| ΒΙΟΑΕΡΙΟ ΠΕΛΛΑΣ Α.Ε. | 1.000 |
| ΔΕΛΤΑ ΑΞΙΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ Α.Ε. | 1.000 |
| ΒΟΡΕΙΟΕΛΛΑΔΙΚΗ ΔΕΙΦΟΡΙΑ Α.Β.Ε.Ε. | 999 |
| ΒΙΟΑΕΡΙΟ ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ Α.Ε. | 999 |
| ΑΒΑΤΟ ΒΙΟΑΕΡΙΟ ΞΑΝΘΗΣ Ι.Κ.Ε | 999 |
| ΒΙΟΑΕΡΙΟ ΛΑΓΚΑΔΑ Α.Ε. | 998 |
| ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑ ΝΙΓΡΙΤΑΣ Ο.Ε. | 998 |
| ΒΙΟΑΕΡΙΟ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ Α.Ε. | 995 |
| ΦΑΡΜΑ ΧΑΛΑΣΤΡΑΣ Α.Ε. | 993 |
| ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΟΧΟΥ Ο.Ε. | 844 |
| ΒΙΟΑΕΡΙΟ ΜΕΓΑΡΩΝ Α.Ε. | 500 |
| ΗΛΙΟΤΟΠ Α.Ε. | 500 |
| ΚΑΡΑΝΙΚΑΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΕΠΕ | 500 |
| ΒΙΟΑΕΡΙΟ ΑΦΟΙ ΣΕΪΤΗ Α.Ε. | 500 |
| ΒΙΟΑΕΡΙΟ ΤΕΜΠΩΝ Ι.Κ.Ε. | 498 |
| ΒΙΟΑΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ Ο.Ε. | 350 |
| ΑΦΟΙ ΤΣΙΑΜΑΚΗ ΧΟΙΡΟΤΡΟΦΙΚΕΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ SIVISTA Α.Ε | 300 |
| ΜΑΝΤΜΟΥΖΕΛ Α.Β.Ε.Ε | 252 |
| ΓΚΑΣΝΑΚΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ Α.Ε. | 250 |
| ΓΡΗΓΟΡΙΑΔΗΣ ΚΑΙ ΣΟΦΟΛΟΓΗΣ Ο.Ε. | 120 |
| ΧΟΙΡΟΤΡΟΦΙΚΗ-ΑΦΟΙ ΙΩΑΝΝΟΥ ΜΠΙΣΙΡΙΤΣΑ | 99 |

ΧΑΡΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ



HABIO

Ελληνικός Σύνδεσμος Παραγωγών
Βιοαερίου - ΕΣΠΑΒ

Αριθμεί 47 μέλη
μεγέθη μονάδων από 150 έως 5250 kW_e
Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των ενεργών
ηλεκτροπαραγωγικών μονάδων-μελών είναι 53,4 MWe

Η αρίθμηση αναφέρεται στο αύξοντα αριθμό
των μονάδων βιοαερίου του πίνακα
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΑΝΑ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ (kW)

Φάρμα Χήτας Α.Ε. 1,0MW – Φιλιπιάδα Πρεβέζης

Α' ύλες: Απόβλητα χοιροστασίου και σφαγείου



Γιασνάκης Αντ. Α.Ε. 0,25MW – Καμποχώρι Ημαθίας



χοιροστάσιο με
δυναμικότητα
8000 χοίροι

Τεχνική Βιοενεργειακή Κρήτης (bioenergy)



Αποθήκευση πρώτων υλών
σε κλειστές δεξαμενές



Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας



Τεχνική Βιοενεργειακή Κρήτης (bioenergy)

| ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΡΗΤΗΣ Α.Ε | Παράμετρος | Τιμή |
|-----------------------------|--|---|
| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ | Εγκατεστημένη ισχύς μονάδας (kW) | 999 |
| | Όγκος Βιοαντιδραστήρων/Χωνευτών (m ³) | 9.000 |
| | Τύπος χωνευτών | Διαλείποντος έργου (batch) |
| | Υλικό κατασκευής χωνευτών | Ενισχυμένο σκυρόδεμα |
| | Ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας MWh | - |
| | Ετήσια παραγωγή θερμικής ενέργειας MWh | - |
| | Υδραυλικός χρόνος παραμονής (ημέρες) | 150 |
| | Θερμοκρασία αναερόβιας χώνευσης (°C) | 40 |
| ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ | Ποσότητα παραγόμενου βιοαερίου (m ³ /ημέρα) | - |
| | Μεθάνιο(%) | 73 |
| | Χρήση παραγόμενου βιοαερίου | Ηλεκτροπαραγωγή |
| | Παραγόμενο χώνεμα (tn/ημέρα) | 60 |
| ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ | Είδη εισερχόμενων πρώτων υλών | Κοπριά χοίρων, πουλερικών, ζωικά υποπροϊόντα σφαγείων, τεμαχιστηρίων και κρεοπωλείων, ληγμένα τρόφιμα από υπεραγορές, ορός γάλακτος |
| | Ποσότητα πρώτης ύλης (tn/έτος) | 12.000 |
| | Μονάδα παραλαβής αποβλήτων (m ²) | 1.800 |
| | Ρυθμός τροφοδοσίας (tn/ημέρα) | 60 |
| | Αποθήκευση (m ²) | - |
| | Προ-επεξεργασία | Ναι |
| | Παστερίωση | Ναι |
| | Πτητικά στερεά τροφοδοσίας (VS) | 10-20% |

Τεχνική Βιοενεργειακή Κρήτης (bioenergy)



Παραγωγή Θερμικής ενέργειας



Παραγωγή εδαφοβελτιωτικού



Νερό κατάλληλο για άρδευση

BioSFer L είναι ένα υγρό οργανικό βελτιωτικό εδάφους



ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΚΑΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΚΑΙ ΔΟΣΟΛΟΓΙΕΣ

ΕΛΙΑ: διαφυλλικά 250-500 g/100 λίτρα νερού,
υδρολίπανση 1-2 λίτρα/δένδρο

ΚΑΡΠΟΦΟΡΑ-ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΗ: διαφυλλικά 200-250 g/100 λίτρα νερού,
υδρολίπανση 0,5- 1,5 λίτρα/δένδρο

ΑΒΟΚΑΝΤΟ: διαφυλλικά 200-250 g/100 λίτρα νερού,
υδρολίπανση 1-4 λίτρα/ δένδρο

ΑΜΠΕΛΙ, ΠΑΤΑΤΑ, ΛΟΥΛΟΥΔΙΑ: διαφυλλικά 200-250 g/100 λίτρα νερού,
υδρολίπανση 10-15 λίτρα/στρέμμα

ΑΚΤΙΝΙΔΙΟ: διαφυλλικά 200-250 g/100 λίτρα νερού,
υδρολίπανση 10-15 λίτρα/στρέμμα

ΤΟΜΑΤΑ, ΜΕΛΙΤΖΑΝΑ, ΠΙΠΕΡΙΑ, ΑΓΓΟΥΡΙ, ΚΟΛΟΚΥΘΙ, ΦΡΑΟΥΛΑ: διαφυλλικά 200-250 g/100 λίτρα νερού,
υδρολίπανση 6-10 λίτρα/στρέμμα

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ

| | |
|---------------------------|------------|
| Ολικό Άζωτο | 1,1 % w/w |
| Ολικός οργανικός άνθρακας | 2,6 % w/w |
| Ασβέστιο | 0,6 % w/w |
| Φώσφορος | 0,10 % w/w |
| Κάλιο | 0,17 % w/w |
| Ψευδάργυρος | 510 mg/Kg |
| Μαγνήσιο | 230 mg/Kg |
| pH | 8,0 - 8,9 |

BioSFer S είναι ένα στερεό οργανικό βελτιωτικό εδάφους



ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΚΑΙ ΔΟΣΟΛΟΓΙΕΣ

Ελιά, αβοκάντο, καρποφόρα: 15-40 λίτρα/δένδρο

Αμπέλι: 2-4 λίτρα/πρέμνο

Πατάτα: 400-800 λίτρα/στρέμμα

Τομάτα, μελιτζάνα, πιπεριά,

αγγούρι, κοβοκύθι, φράουλα: 500- 600 λίτρα/στρέμμα (γραμμές σποράς)

Καλληπιστικά ηουλούδια: 500- 600 λίτρα/στρέμμα (γραμμές σποράς)

Ακτινίδιο: 2-5 λίτρα/δένδρο

Εσπεριδοειδή: 5-10 λίτρα/δένδρο



ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ

| | |
|---------------------------|-------------------|
| Ολικό Άζωτο | 1,6 % w/w |
| pH | 8,5 |
| Ολικός οργανικός άνθρακας | 7,0 - 13,7 % w/w |
| Ασβέστιο | 0,64 - 1,75 % w/w |
| Φώσφορος | 0,26 - 0,34 % w/w |
| Κάλιο | 0,14 - 0,19 % w/w |
| Ψευδάργυρος | 360 - 900 mg/Kg |
| Μαγνήσιο | 680 - 1000 mg/Kg |

Διαστασιολόγηση βιοαντιδραστήρα
αναερόβιας χώνευσης αστικής ιλύος

Παράμετροι Υπολογισμού

Παράμετροι υπολογισμού

- υδραυλικός χρόνος παραμονής : 25 ημέρες
- ποσότητα αποβλήτων : 4000 m³ /έτος
- 1 έτος = 365 μέρες
- Q= Παροχή αποβλήτων ανά ημέρα =10.96 m³ /ημέρα



Ζητούμενα:

- α) Όγκος/ διαστάσεις αντιδραστήρα
- β) Ημερήσια ποσότητα του μεθανίου παράγεται
- γ) Ενέργεια που παράγεται σε μια μονάδα CHP (32% ηλεκτρική, 52% θερμική) ετησίως.
- δ) Έσοδα από την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας (0,22€/kWh)

Εξισώσεις Υπολογισμού

Εξισώσεις υπολογισμού

• Υδραυλικός χρόνος παραμονής: $HRT = V/Q$

V = όγκος αντιδραστήρα (m^3)

Q = παροχή (m^3/d) – όγκος του υποστρώματος που τροφοδοτείται στη μονάδα του χρόνου

• Παραγόμενη ποσότητα οργανικού υλικού (Q_{VS}): $Q_{VS} = Q * W_S * W_{VS}$

Q_{VS} = Παραγόμενη ποσότητα οργανικού υλικού (tn/d)

Q = παροχή (tn/d) – όγκος του υποστρώματος που τροφοδοτείται στη μονάδα του χρόνου

W_S = ποσότητα ολικών στερεών (%) αποβλήτων

W_{VS} = ποσότητα οργανικών στερεών (%) αποβλήτων

• Παραγόμενη ποσότητα βιοαερίου: $V_{biogas} = V_o * Q_{VS}$

V_{biogas} = Παραγόμενη ποσότητα βιοαερίου (m^3/d)

V_o = Παραγωγή βιοαερίου οργανικού υλικού (m^3/d)

Q_{VS} = Παραγόμενη ποσότητα οργανικού υλικού (kg/d)

• Παραγόμενη ποσότητα μεθανίου: $V_{CH_4} = 55\% * V_{biogas}$

V_{CH_4} = Παραγόμενη ποσότητα μεθανίου (m^3/d)

V_{biogas} = Παραγόμενη ποσότητα βιοαερίου (m^3/d)

Παράμετροι – παραδοχές υπολογισμού

- Υδραυλικός χρόνος παραμονής: 25 ημέρες
- Ποσότητα αποβλήτων: **4.000 m³ / έτος**
- 1 έτος = 365 ημέρες
- $Q = \text{Παροχή αποβλήτων ανά ημέρα} = \mathbf{10,96 \text{ m}^3/\text{ημέρα}}$
- Ενέργεια που παράγεται σε μια μονάδα CHP (40% ηλεκτρική, 50% θερμική) ετησίως (για σταθερό δίκτυο ΔΕΔΔΗΕ και καλά συντηρημένη CHP).
- Έσοδα από την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας (0,22€/kWh είναι η μέγιστη τιμή που παρέχεται από τον ΔΕΔΔΗΕ αυτή την περίοδο).

Εξισώσεις Υπολογισμού

Υδραυλικός χρόνος παραμονής HRT

$$HRT = V/Q$$

- ✓ HRT= υδραυλικός χρόνος παραμονής (days),
- ✓ V= όγκος αντιδραστήρα (m³),
- ✓ Q= παροχή (m³/d) - όγκος του υποστρώματος που τροφοδοτείται στη μονάδα του χρόνου

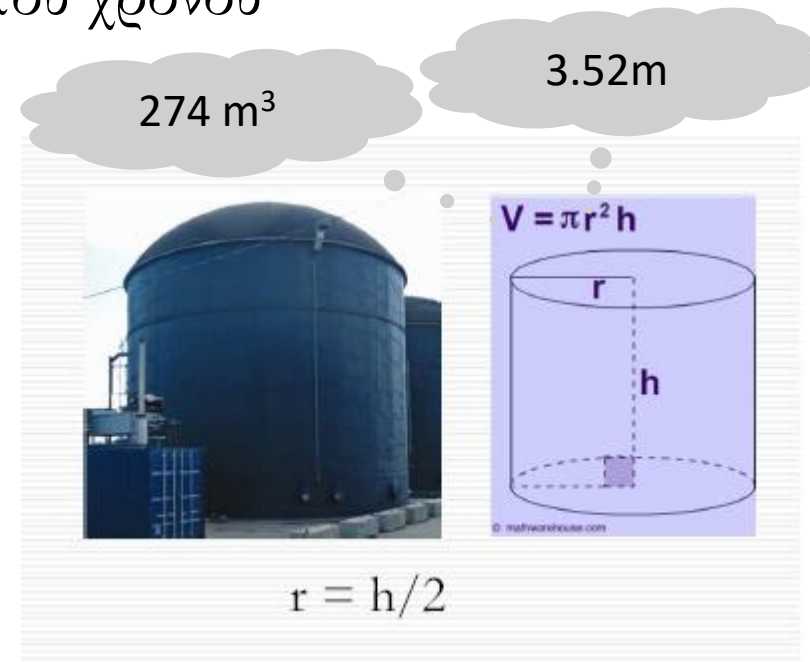
Όγκος & διαστάσεις αντιδραστήρα

$$V = HRT * Q = \pi * r^2 * h$$

- ✓ V = όγκος αντιδραστήρα (m³),
- ✓ h = ύψος (m), . . . 7.04m
- ✓ r = ακτίνα (m) . . . 3.52m

25
days

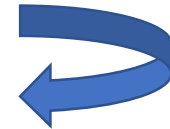
10.96 m³
/ημέρα



Παράμετροι Υπολογισμού

Παράμετροι υπολογισμού

- υδραυλικός χρόνος παραμονής : 25 ημέρες
- ποσότητα αποβλήτων : 4000 m³ /έτος
- 1 έτος = 365 μέρες
- Q=Παροχή αποβλήτων ανά ημέρα =10.96 m³ /ημέρα
- Πυκνότητα αποβλήτων : 1.05 t/ m³
- $Q=10.96 \text{ (m}^3 \text{ /ημέρα)} * 1.05 \text{ (t/ m}^3\text{)} = 11.51 \text{ t/ημέρα}$
- Παραγωγή βιοαερίου : 0.6 m³/kg οργανικού υλικού
- Υγρασία αποβλήτων : 80%
- Οργανικά αποβλήτων : 90% των στερεών
- Σύσταση βιοαερίου : 60% CH₄ , 40% CO₂
- Κατώτερη θερμογόνο δύναμη μεθανίου : 35.7 MJ/m³
- Παραγόμενη ενέργεια CHP (32% ηλεκτρική, 52% θερμική)
- Πώληση ηλεκτρικής ενέργειας : 0.22€/kWh



Εξισώσεις Υπολογισμού

Παραγόμενη ποσότητα οργανικού υλικού

$$= Q * (\text{στερεά} / \text{απόβλητα}) * (\text{οργανικά} / \text{στερεά})$$
$$= 11.51 \text{ t/ημέρα} * 20\% * 90\% = 2.07 \text{ t/ημέρα} = 2.070 \text{ kg/ημέρα}$$

Παραγόμενη ποσότητα βιοαερίου

$$V_{\text{biogas}} = 0.6 \text{ m}^3 / \text{kg} \text{ οργανικού υλικού} * 2.070 \text{ kg/ημέρα}$$
$$= 1.242 \text{ m}^3 / \text{ημέρα}$$

Παραγωγή βιοαερίου :
0.6 m³/kg οργανικού
υλικού

Παραγόμενη ποσότητα μεθανίου

$$V_{\text{CH}_4} = 60\% * V_{\text{biogas}} = 60\% * 1.242 \text{ m}^3 / \text{ημέρα} = 745 \text{ m}^3 \text{ μεθάνιο} / \text{ημέρα}$$

Σύσταση βιοαερίου :
60% CH₄,
40% CO₂

Εξισώσεις Υπολογισμού

Παραγόμενη ενέργεια το έτος

$$= K\Theta\Delta * V_{CH_4} * 365 \text{ήμερες} / \text{έτος} = 9.707.722 \text{ MJ} / \text{έτος}$$

Κατώτερη θερμογόνο
δύναμη μεθανίου :
35.7 MJ/m³

V_{CH₄} = 745m³
μεθάνιο / ημέρα

Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια

$$= 32\% * 9.707.722 \text{ MJ} / \text{έτος} * 0.2777777778 \text{ KWh} = 862.908 \text{ KWh} / \text{έτος}$$

32% ηλεκτρική
52% θερμική

1 MJ = 0.2777777778 KWh

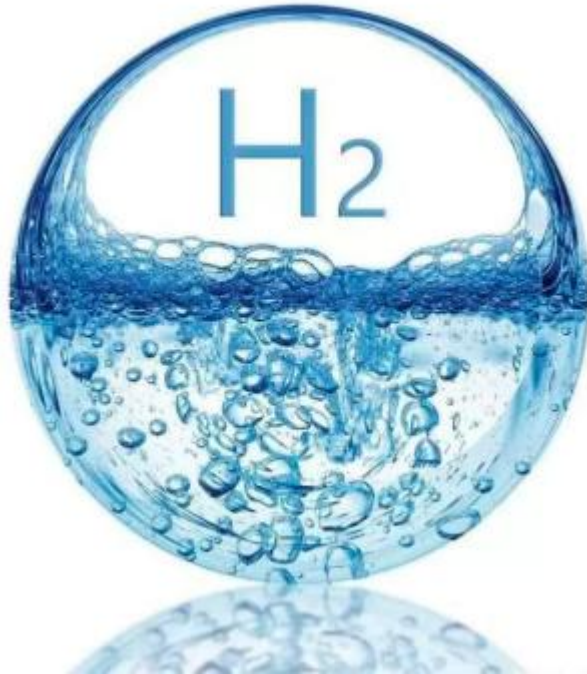
Έσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας

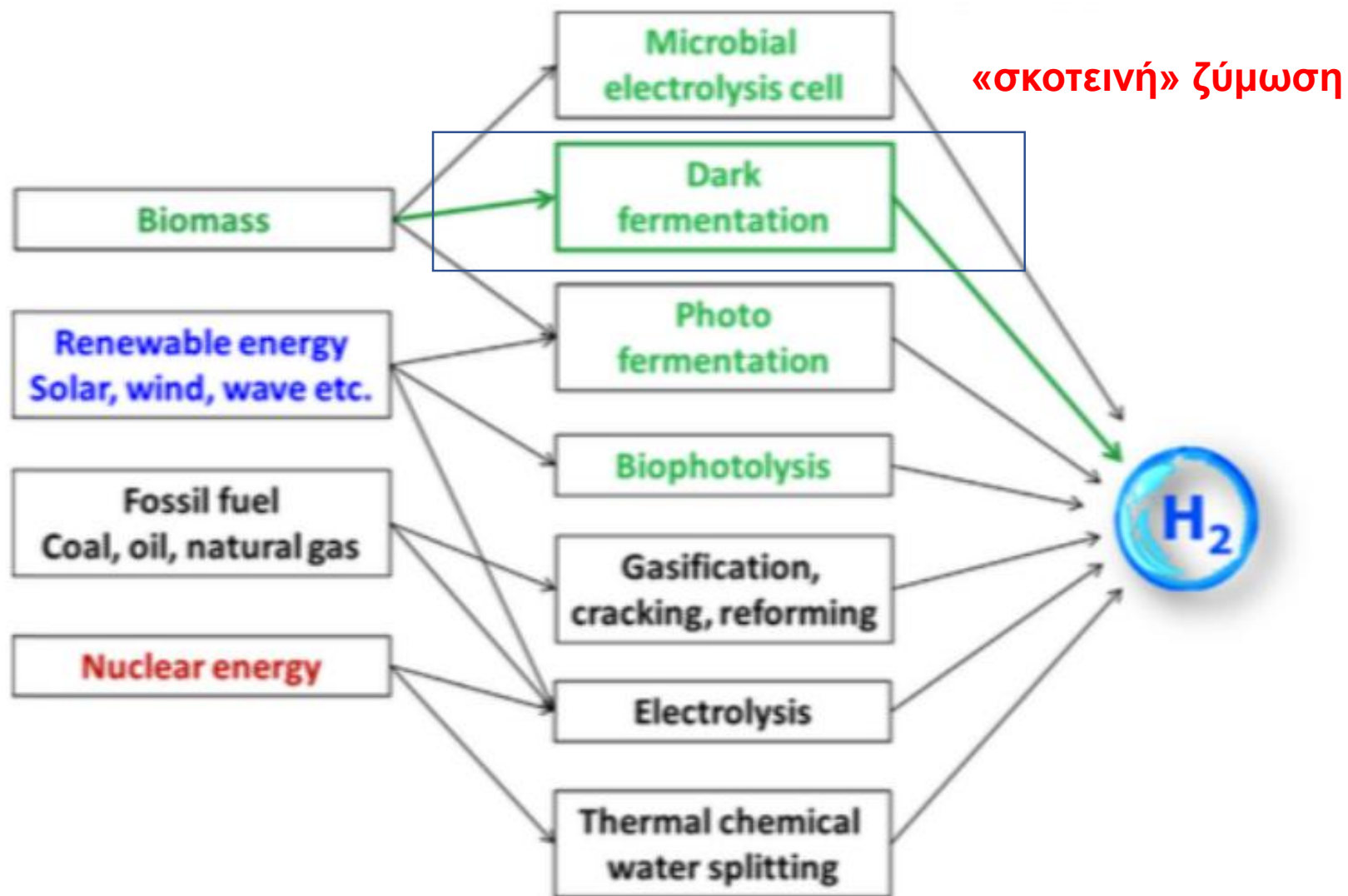
$$= 862.908 \text{ KWh} / \text{έτος} * 0.22 \text{ €} / \text{kWh} = 189.840 \text{ €} / \text{έτος}$$

0.22€/kWh

Ιδιότητες Υδρογόνου

- Ελαφρύτερο στοιχείο του περιοδικού πίνακα
- Άοσμο, άχρωμο, μη τοξικό και εύφλεγκτο
- Όταν το αέριο υδρογόνο καίγεται σχηματίζεται νερό
- Υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο ανά μονάδα βάρους 142 kJ/g

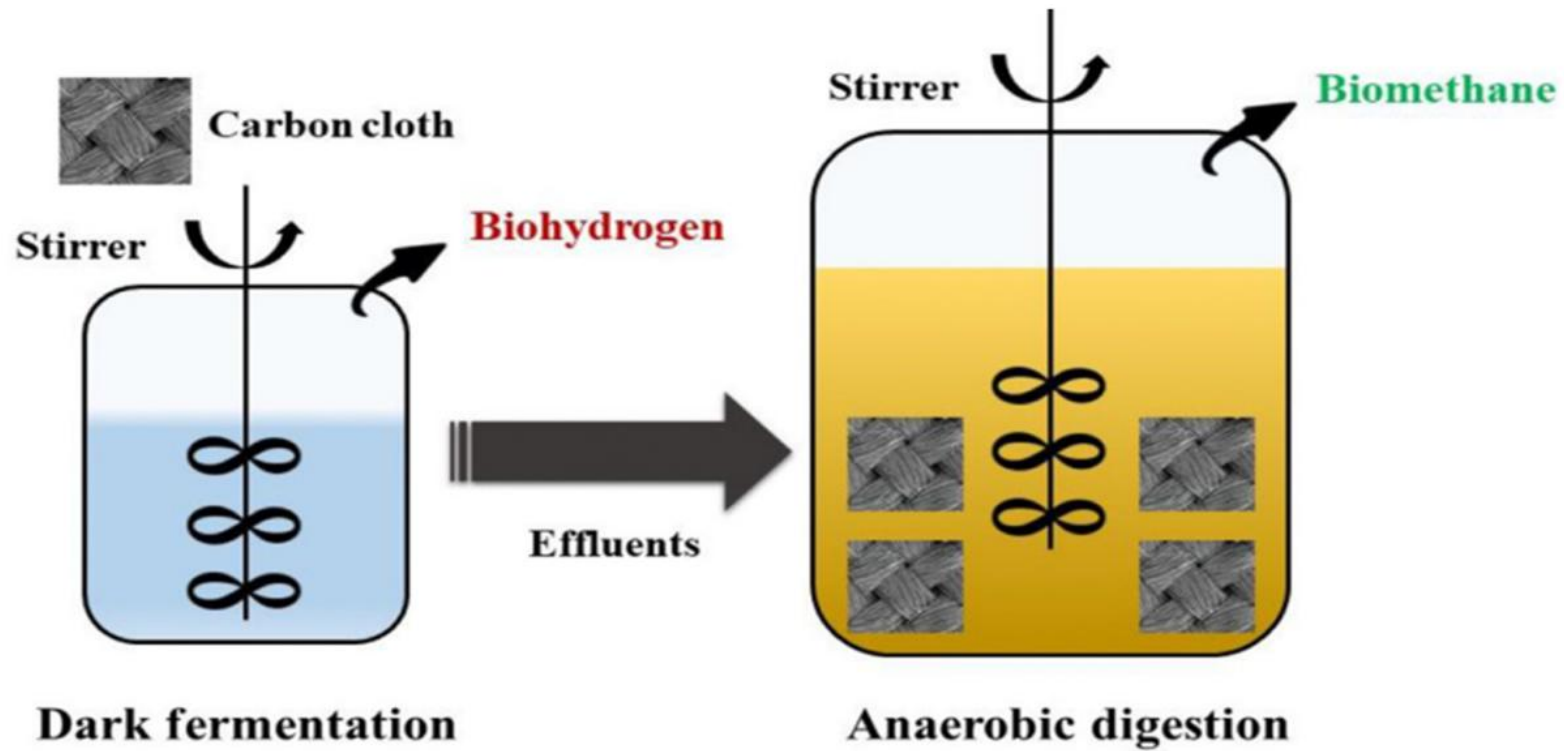




Dark Fermentation

Hydrogen
& VFAs





Είδη βακτηρίων που παράγουν υδρογόνο

Αυστηρά αναερόβια (*Clostridia, methylotrophs, rumen bacteria, μεθανογόνα βακτήρια, archaea*)

Παράμετροι που επηρεάζουν την διεργασία της παραγωγής υδρογόνου – dark fermentation

- Θερμοκρασία – μεσόφιλη και θερμοφιλη
- pH – 4-6
- HRT < 3 days
- Μερική πίεση υδρογόνου και διοξειδίου του άνθρακα

PHA production using acidogenic-derived VFAs:

