



Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας  
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών

---

# Ειδικά κεφάλαια παραγωγής ενέργειας

Ενότητα 4(γ): Ενεργειακή αξιοποίηση βιοαερίου

Αν. Καθηγητής Γεώργιος Μαρνέλλος  
(Γραφείο 208)

Τηλ.: 24610 56690,

e-mail: [gmarnellos@uowm.gr](mailto:gmarnellos@uowm.gr)

Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών

---



Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ  
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

# Άδειες Χρήσης

---

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



# Χρηματοδότηση

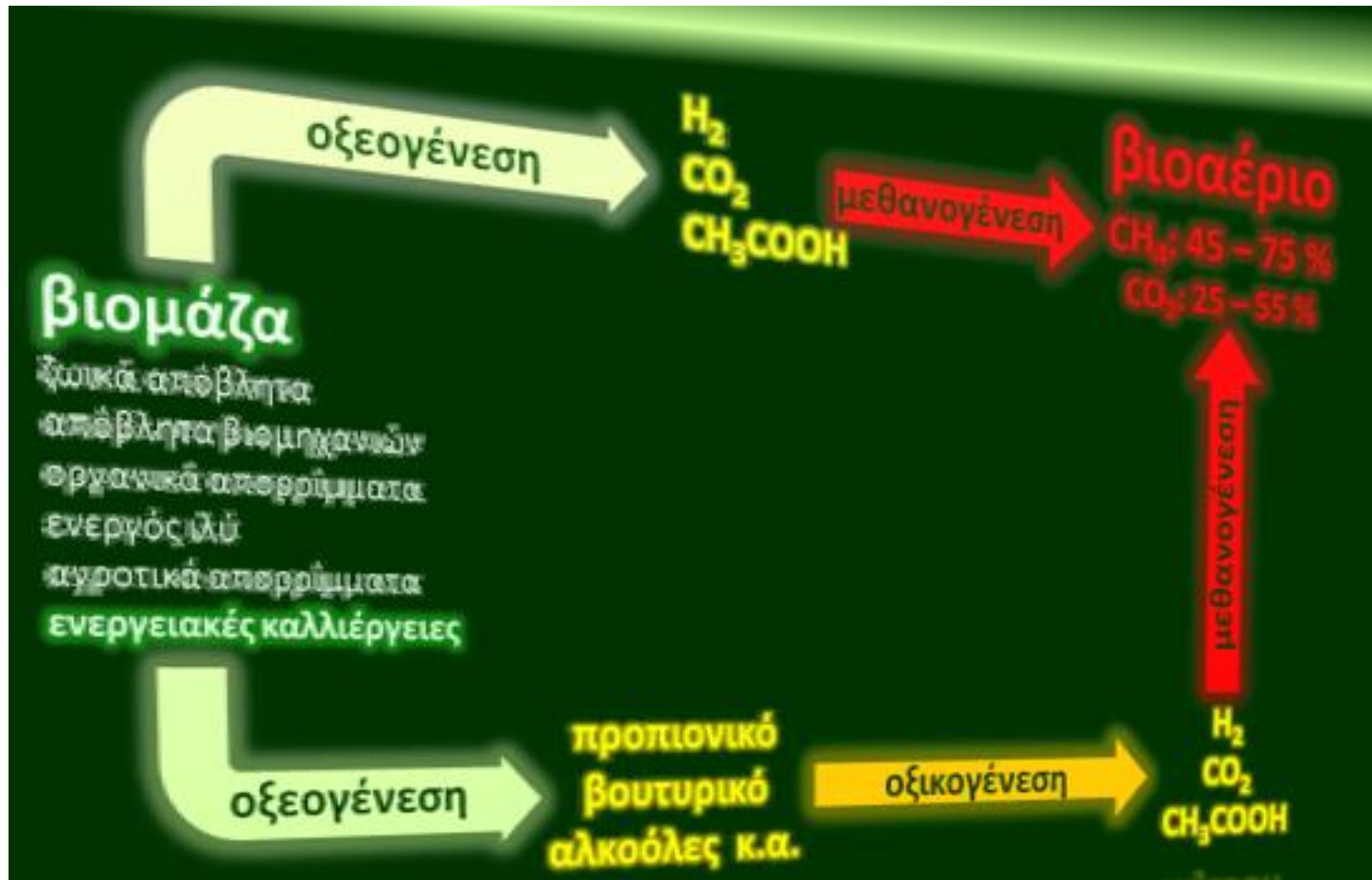
- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ψηφιακά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



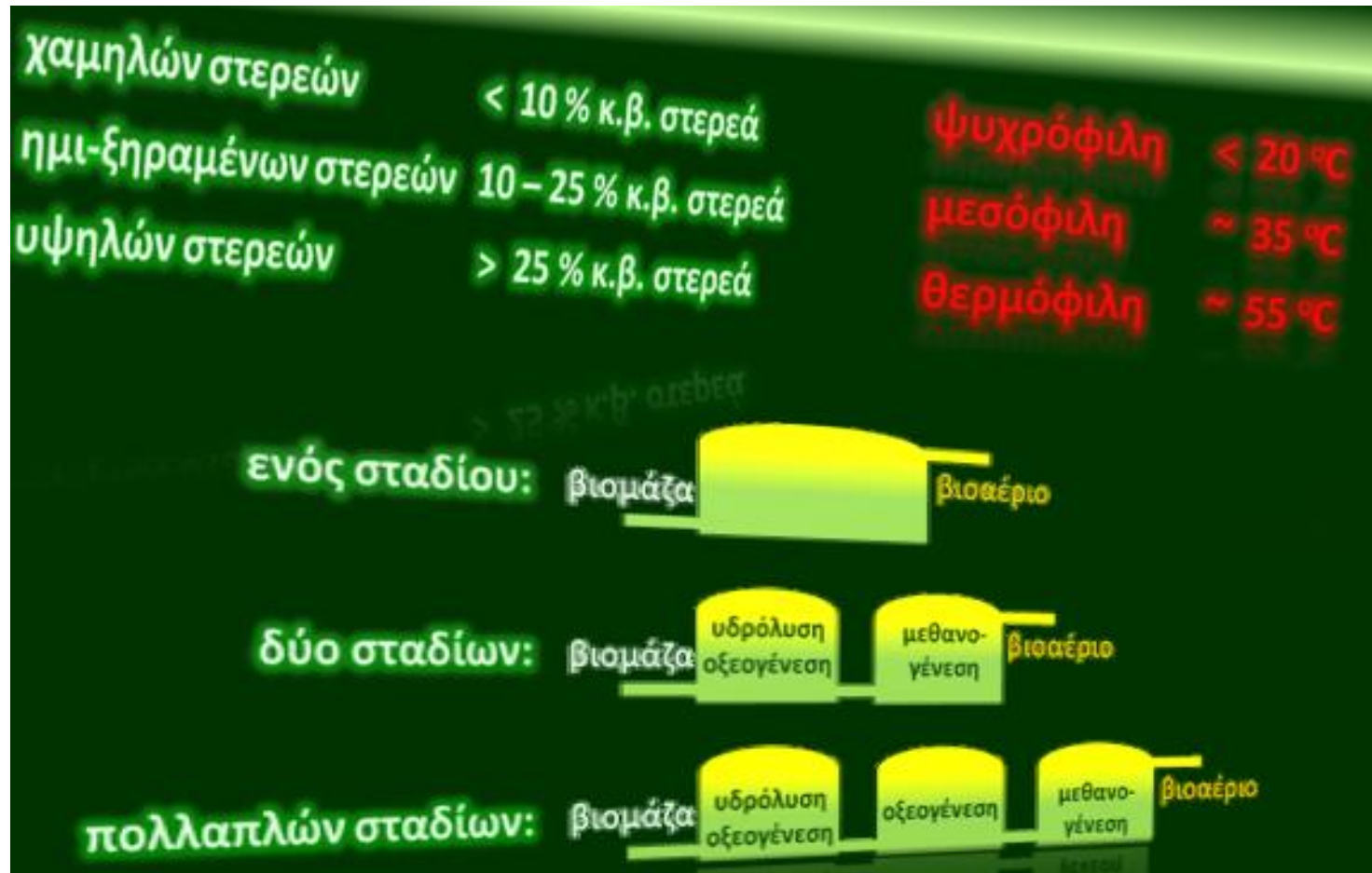
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



# Αναερόβια Χώνευση (1/3)



# Αναερόβια Χώνευση (2/3)



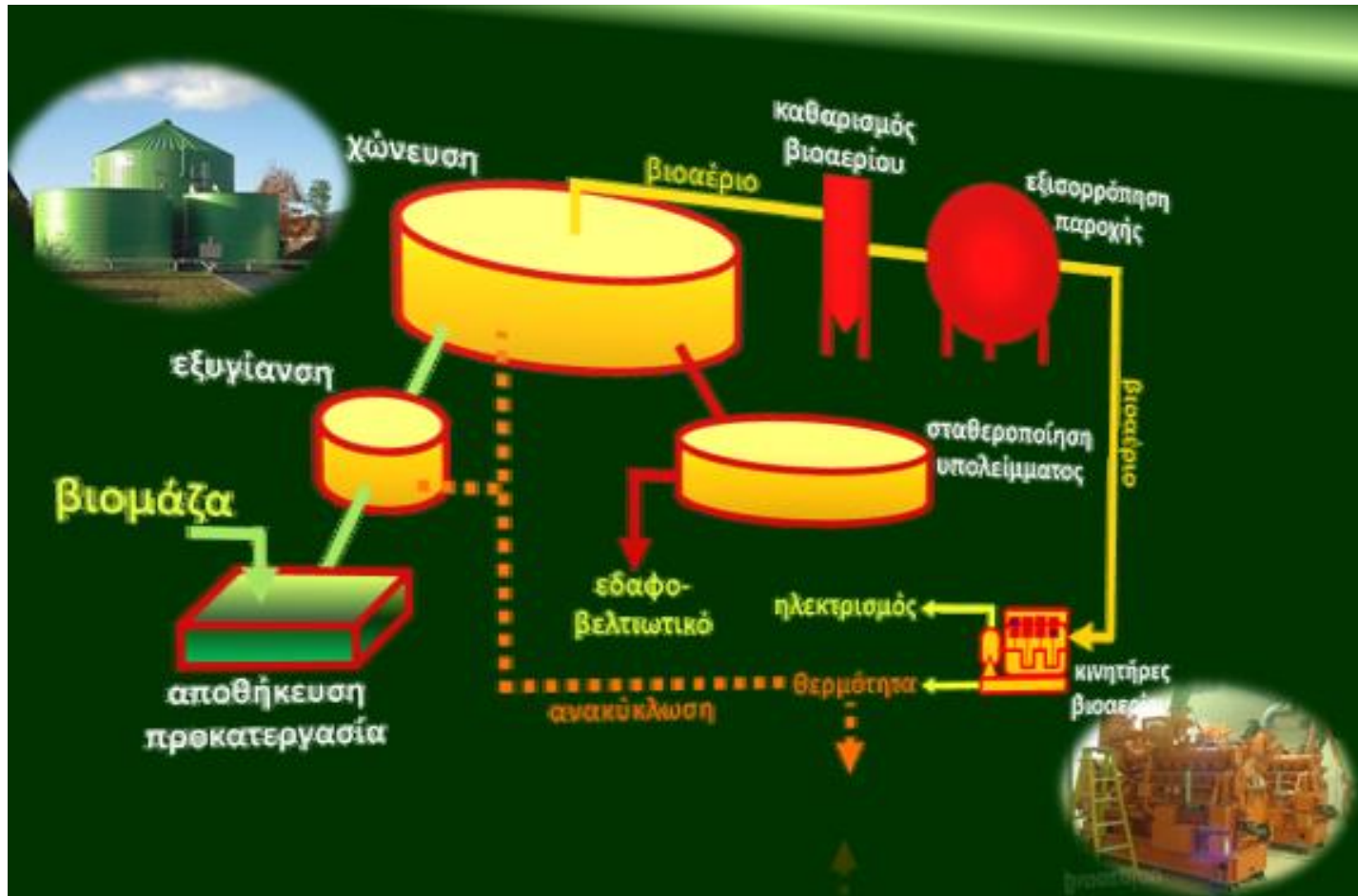
# Αναερόβια Χώνευση (3/3)

## Τύποι Αναερόβιων Χωνευτών:

- Πλήρους Ανάμιξης.
- Εμβολικής Ροής.
- Στρώματος Ιλύος.
- Επαφής.



# Η διεργασία



# Απόδοση Χώνευσης

	T, °C	χρόνος παραμονής, ημέρες	πηκτικά στερεά (VS), kg/m <sup>3</sup>	CH <sub>4</sub> , m <sup>3</sup> /kg VS (τροφοδοσία)	καταστροφή VS, %
Αστικά απορ/τα (οργανικό κλάσμα)	35-40	15-30	1-15	0,20-0,45	25-75
Ζωικά Απόβλητα	25-40	5-55	1-10	0,10-0,55	35-95
Πράσινη ύλη	30-55	5-30	1-5	0,10-0,45	35-95
Λιγνινο-κυτταρινική βιομάζα	25-55	5-55	1-5	0,10-0,35	25-65
βιομάζα	52-62	2-22	1-2	0,10-0,32	52-82





# Ενεργειακή Απόδοση

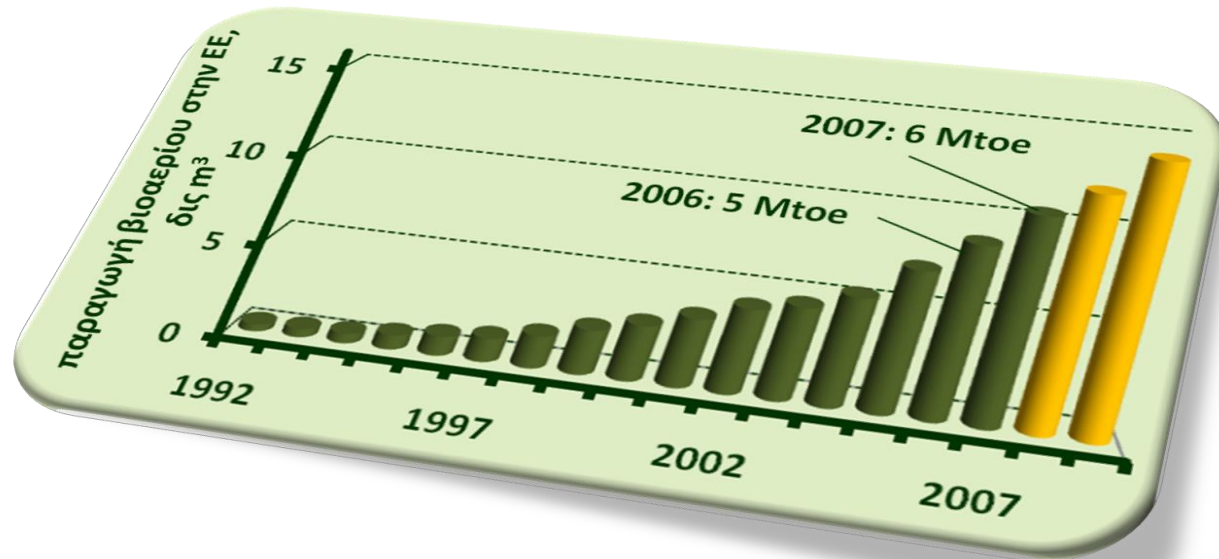
	απόδοση βιοαερίου, $m^3/kg VSin$	ειδική ΚΘΔ βιοαερίου, $Mj/m^3$	εν. απόδ. χώνευσης, $Mj/kg VSin$	(τυπική τιμή $Mj/kg VSin$ )
Αστικά απορ/τα	0,40-0,60	18-25	7,5-16,0	14,0
Ζωικά Απόβλητα	0,20-0,75	18-25	3,5-20,0	14,0
Πράσινη ύλη	0,20-0,60	18-25	3,5-16,0	14,0
Λιγν/νική Βιομάζα	0,20-0,50	18-25	3,5-12,0	11,0

	απόδοση βιοαερίου, $Mj/Mjin$	(τυπική τιμή $Mj/Mjin$ )	ηλ. απόδ. χώνευσης, $Mj/Mjin$	(τυπική τιμή $Mj/Mjin$ )
Αστικά απορ/τα	40-90 %	80 %	10 - 35	25 %
Ζωικά Απόβλητα	20-100 %	80 %	5 - 35	25 %
Πράσινη ύλη	20-90 %	80 %	5 - 35	25 %
Λιγν/νική Βιομάζα	20-70 %	60 %	5 - 30	25 %



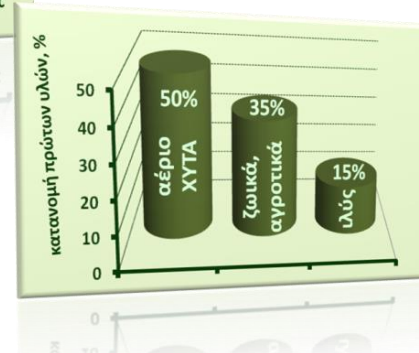
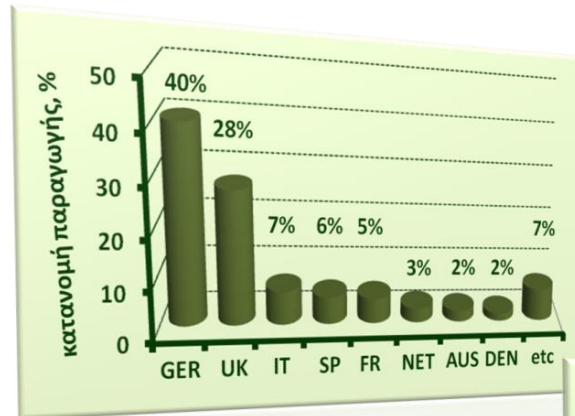
# Το βιοαέριο στην ΕΕ (1/2)



- 2 % της κατανάλωσης ΦΑ.
- 0,5 % της ακαθάριστης ενεργειακής παραγωγής.
- 20 % μέση ετήσια αύξηση.

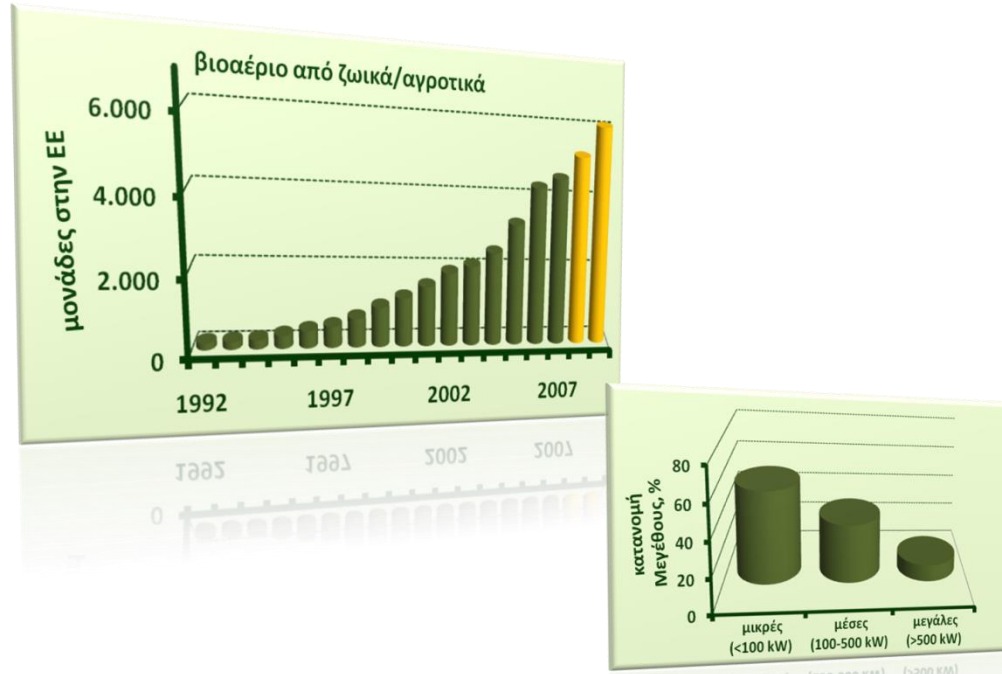
# Το βιοαέριο στην ΕΕ (2/2)

- 40 % της παραγωγής βιοαερίου στη Γερμανία.
- 80 % της παραγωγής βιοαερίου από ζωικά / αγροτικά απορρίμματα στη Γερμανία.
- 75 % της παραγωγής βιοαερίου από ζωικά/αγροτικά αφορά σε απόβλητα βοοειδών και χοίρων.

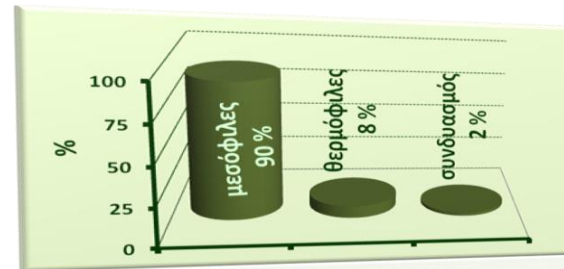
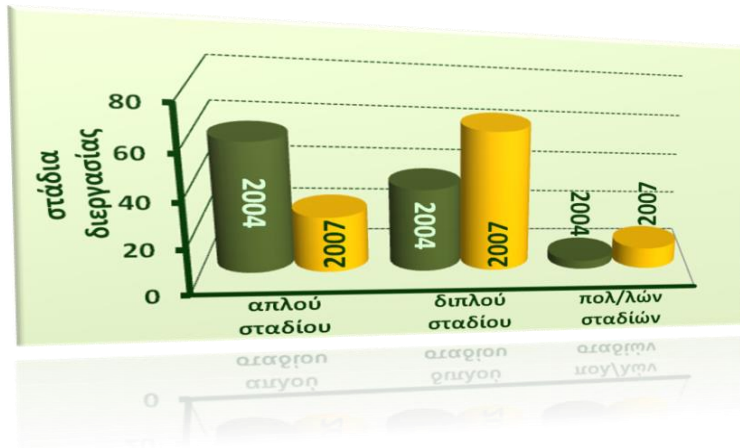


# Μονάδες βιοαερίου (1/2)

- Περίπου 6.000 μονάδες χώνευσης ζωικών αποβλήτων, αγροτικών απορριμμάτων και αποβλήτων βιομηχανιών τροφίμων.
- Περισσότερες από 40.000 μονάδες χώνευσης ιλύος.



# Μονάδες βιοαερίου (2/2)

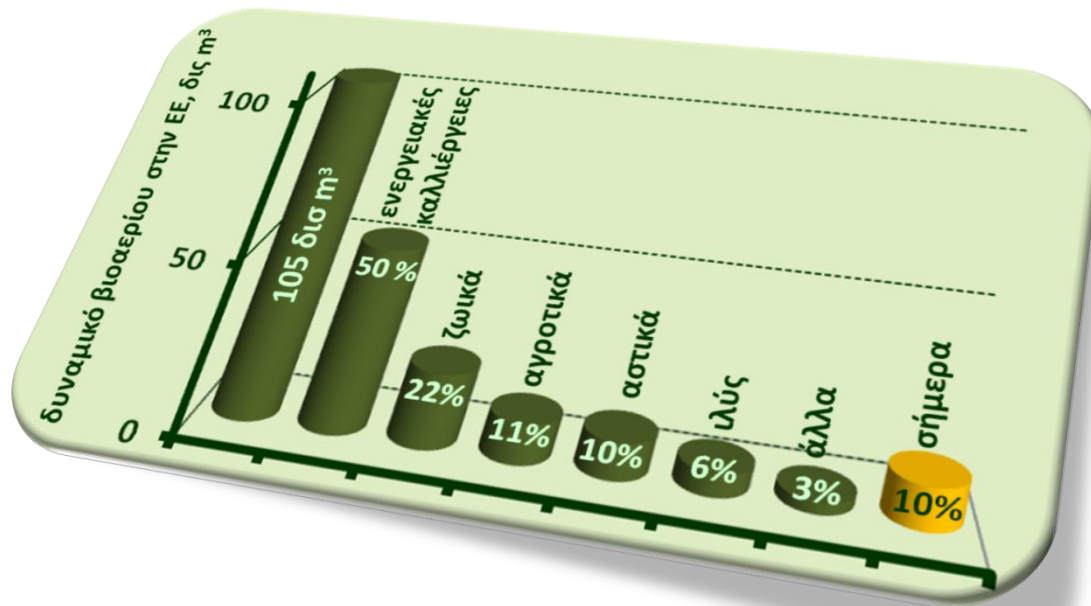


- 90 % μεσόφιλες λύσεις κατακόρυφου χωνευτή πλήρους ανάμιξης.
- Μετάβαση σε τεχνολογικά πιο προηγμένες λύσεις.



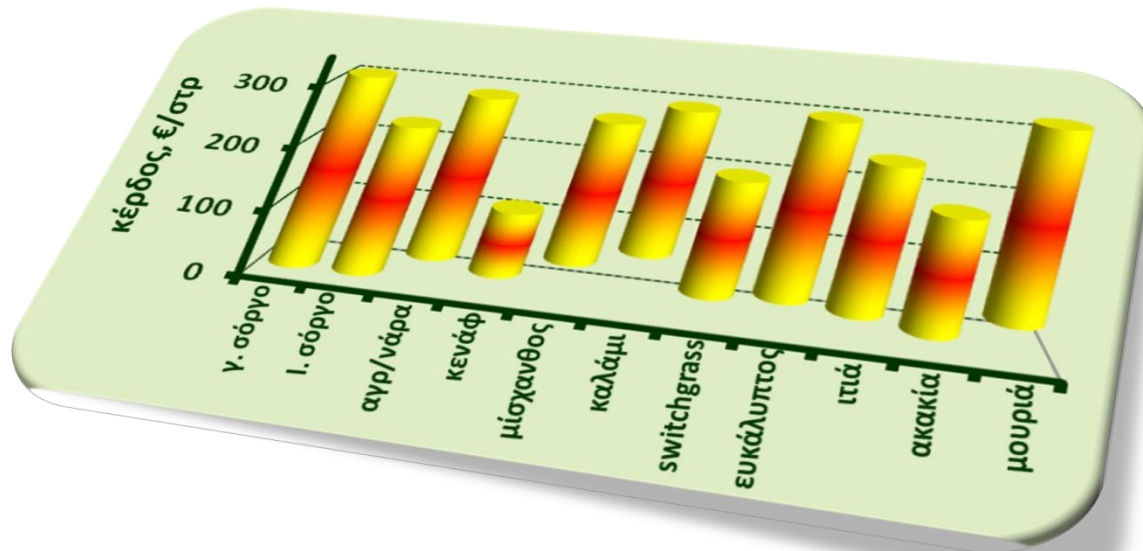
# Δυναμικό βιοαερίου

- 20 % της κατανάλωσης ΦΑ.
- 5 % της ακαθάριστης ενεργειακής παραγωγής.



# Ενεργειακές καλλιέργειες

- Με τιμές διάθεσης ξηρής βιομάζας 50 – 100 € /τν και στρεμματικές αποδόσεις 2 – 3 τν/στρ, επιτυγχάνονται καθαρά ετήσια κέρδη 100 – 200 €/στρ.



# Στην Ελλάδα

	στερεά χιλ. τν/έτος	βιοαέριο εκ. m <sup>3</sup> /έτος	εν. περιεχ ktoe	σήμερα
Ιλύς	100	40	25	0,20 %
ΟΚΑΑ	1.800	720	450	0,05 %
ζωικά	1.400	560	350	-
Εν. Καλιερ.	12.000	4.800	2.900	-
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>15.300</b>	<b>6.120</b>	<b>3.700</b>	<b>0,005 %</b>

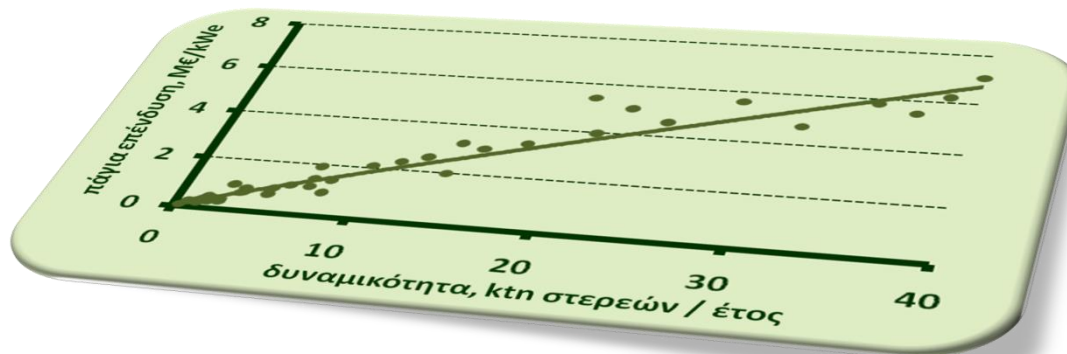
  

	εν. περιεχ ktoe	% ενεργειακού ισοζυγίου	% εγχώριας ηλεκτροπαραγωγής
Ιλύς	25	0,08 %	0,12 %
ΟΚΑΑ	450	1,45 %	2,25 %
ζωικά	350	1,10 %	1,75 %
Εν. Καλιερ.	2.900	9,35 %	14,5 %
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>3.700</b>	<b>12,00 %</b>	<b>18,5 %</b>





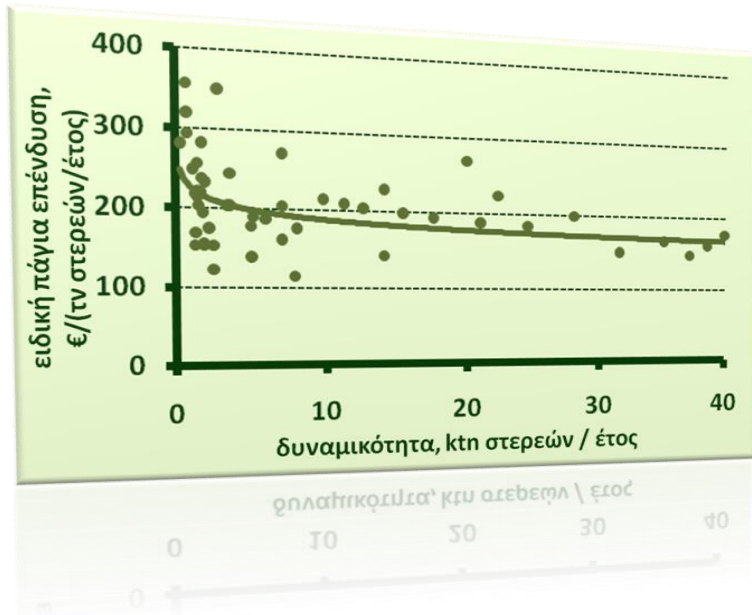
# Πάγια Επένδυση (1/2)



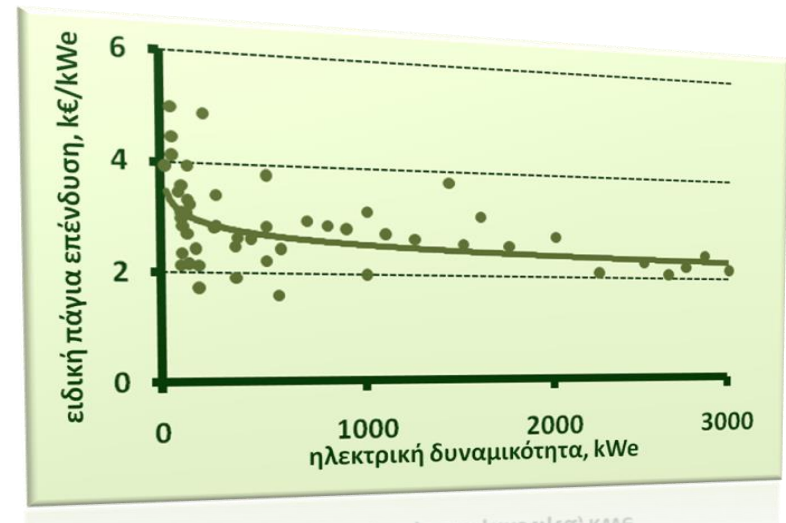
## 10.000 τν στερεών/έτος αντιστοιχούν σε:

- Ζωικά απόβλητα 4.500 βοοειδών (πανελλήνιος πληθυσμός 750.000).
- 5.000 στρ αραβόσιτου.
- Ενεργό ιλύ πόλης 300.000 κατοίκων.
- Απορρίμματα πόλης 25.000 κατοίκων.

# Πάγια Επένδυση (2/2)



200 € / τν στερεών/έτος  
(300 € / κεφαλή βοοειδούς)

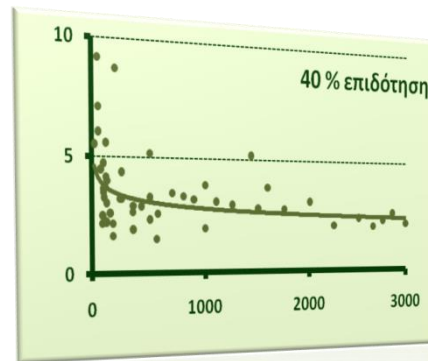
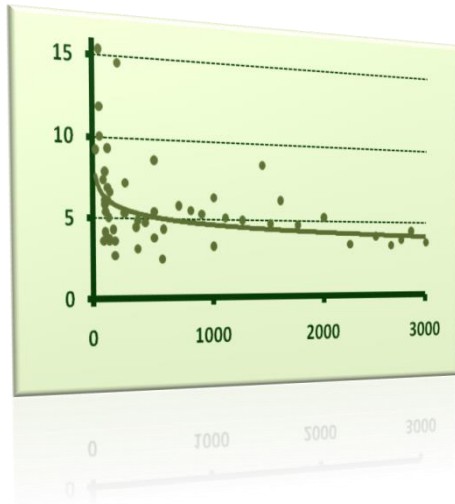


2 – 3 χιλ. € / kWe



# Βιωσιμότητα

---



## Κρίσιμοι παράγοντες:

- Διάθεση θερμότητας.
- Διάθεση λιπάσματος.

## Επιδότηση:

- Στην τιμή της kWh.
- Στην επένδυση.



# Συμπεράσματα

---

- Η αναερόβια χώνευση είναι μία ώριμη και οικονομικά βιώσιμη επένδυση, με χρόνους αποπληρωμής ιδίων κεφαλαίων της τάξης των 2 ετών.
- Ενδείκνυται για μικρές (έως 100 kWe – 650 βοοειδή) και μεσαίες (έως 500 kWe – 3000 βοοειδή) επενδύσεις από ιδιώτες κτηνοτρόφους καθώς και για δημοτικές ή δια-δημοτικές επενδύσεις για την ενεργειακή αξιοποίηση ιλύος ή αστικών απορριμμάτων.
- Ο ρυθμός ανάπτυξης των λύσεων αναερόβιας χώνευσης είναι της τάξης του 20% ετησίως στην ΕΕ, όπου αξιοποιείται ήδη το 10% του ολικού δυναμικού βιοαερίου.
- Στην Ελλάδα το αντίστοιχο ποσοστό δεν ξεπερνά το 0,1% (ή το 0,005% αν ληφθούν υπόψη οι δυνατότητες ανάπτυξης της ενεργειακής γεωργίας).



---

# Ευχαριστώ για την προσοχή σας

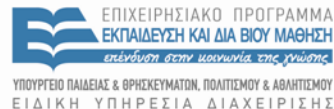


---

# Τέλος Ενότητας



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

