



**ΚΑΠΕ  
CRRES**

ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ  
ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

# Ενεργειακή αξιοποίηση οργανικών αποβλήτων για παραγωγή Βιοαερίου/Βιομεθανίου/Βιουδρογόνου

Χρήστος Ζαφείρης M.Sc.

Υπεύθυνος Έργων Βιοαερίου

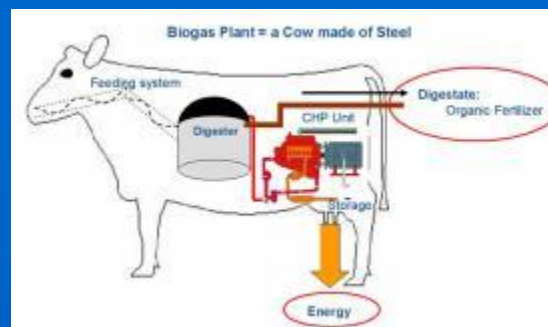
Τμήμα Βιομάζας



# Περιεχόμενα



Βιοαέριο-Βιομεθάνιο-Βιο-υδρογόνο  
Τεχνολογικές εξελίξεις - προοπτικές  
Εμπόδια  
Πλεονεκτήματα  
Συμπεράσματα



- **4 αγελάδες παράγουν 72 tn/έτος κοπριά με παραγωγή 1.200m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>, ισχύ 1kW και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας 5MWh ικανές να καλύψουν ετήσια της ηλεκτρικές ανάγκες μιας κατοικίας.**
- **5 αγελάδες παράγουν 90 tn/έτος κοπριά με παραγωγή 2.300m<sup>3</sup> βιοαερίου ≈ 1420m<sup>3</sup> βιομεθανίου, ικανό για συνολική κατανάλωση καυσίμου 1 οχήματος, το οποίο μπορεί να διανύει αποστάσεις 20.000 χιλιομέτρων/έτος.**
- **10 στρέμματα παράγουν 100 τόνους ενσιρώματος σόργου και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας 42MWh ικανές να καλύψουν ετήσια της ηλεκτρικές ανάγκες 8 κατοικιών ή παραγωγή 17.650m<sup>3</sup> βιοαερίου ≈ 10.910m<sup>3</sup> βιομεθανίου, ικανό για συνολική κατανάλωση καυσίμου 7 οχημάτων, τα οποία μπορεί να διανύσουν αποστάσεις 20.000 χιλιομέτρων/έτος**

# Ενεργειακές καλλιέργειες για παραγωγή Βιοαερίου

- 3.100 στρέμματα (0,13% N Θεσ/νίκη)- (0,25 N Λάρισας - 0,37 N. Έβρου)
- 21.700 τόνοι παραγωγή σόργου
- 1 MW Εγκατεστημένη Ισχύ
- 8.100 MWh παραγωγή ηλεκ. Ενέργειας
- 10.900 MWh Παραγωγή Θερμ. Ενέργειας
- 2.000 οικίες με πράσινη ηλεκ. Ενέργεια
- 13.000 τόνοι στερεού λιπάσματος
- € 8.450.000 εξοικονόμηση χρημάτων
- 2.365.518 ακαλλιέργητα στρέμματα **(766 MWe)**

# Βιομεθάνιο στις μεταφορές



Πηγή: Baltic Biogas Bus-erdgas

# Καθένας από μας... Κάθε μέρα... δίνει...



- 350 δις € το χρόνο στις χώρες του Κόλπου και στη Ρωσία για προμήθεια ορυκτών καυσίμων
- Γιατί να μην κρατήσουμε αυτά τα χρήματα στην Ευρώπη;



**Πηγή: MT-ENERGIE/ΑΕΒΙΟΜ**



Πηγή: ΙΕΕΑ



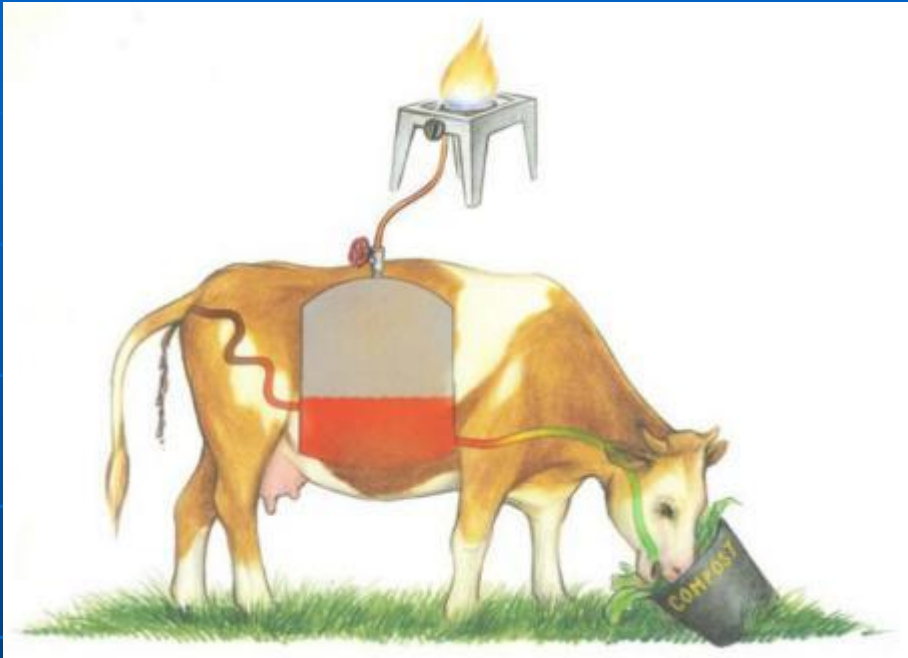
# Βασικός Στόχος



Η διερεύνηση των δυνατοτήτων αξιοποίησης τοπικών **Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ)** και πιο συγκεκριμένα **βιομάζας** (κτηνοτροφικά απόβλητα, οργανικά υποπροϊόντα) ως **εναλλακτικό καύσιμο** για παραγωγή ενέργειας με σημαντικά περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά οφέλη, σε περιοχές με υψηλό δυναμικό.

**Απόβλητα με Αξία:** αξιοποίηση των οργανικών αποβλήτων και προϊόντων σε σχέση με την τεχνολογική πρωτοπορία και την κερδοφορία

# Έχουν αξία, δεν τα πετάμε

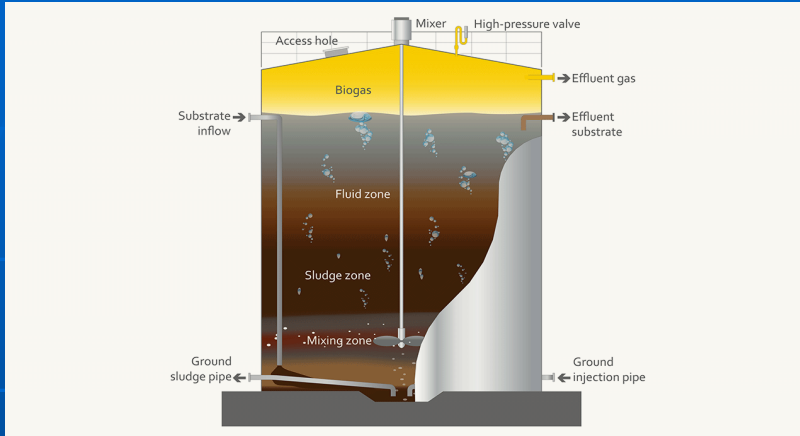


<b>Κατηγορία βιομάζας</b>	<b>Είδος αποβλήτων</b>
1. Κτηνοτροφικά απόβλητα	Κοπριές, εντόσθια, μυελοί των οστών, λίπη
2. Απόβλητα από Ελαιοτριβεία	Κατσιγάρος, πυρήνας
3. Απόβλητα από Τυροκομεία	Τυρόγαλο, νερά πλύσης & ψύξης
4. Απόβλητα από εστιατόρια	Υπολείμματα Τροφών
5. Απόβλητα από σφαγεία	Εντόσθια, αίμα, λίπος
6. Γεωργικά υπολείμματα	Άχυρα, στελέχη

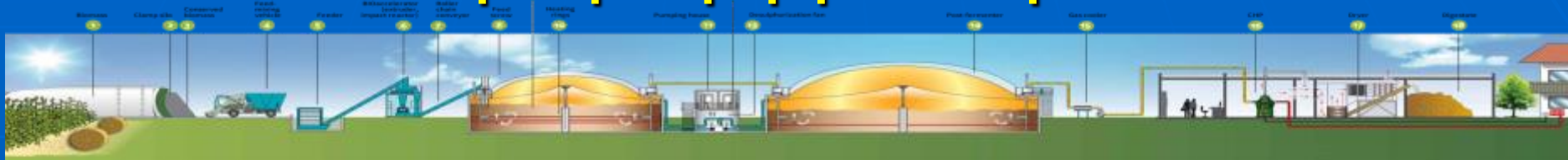
# Συγκριτική αξιολόγηση βιομάζας

+	-
Κοπριά βοοειδών (18m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /tn)	Κοπριά χοίρων (14m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /tn)
Στομάχια χοίρων (81m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /tn)	Στομάχια βοοειδών (64m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /tn)
Απόβλητα ζυθοποιίας (29m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /tn)	Απόβλητα τυροκομείου (15m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /tn)
Σιτηρά-τεμαχισμένα (290m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /tn)	Ενσίρωμα αραβόσιτου (104m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /tn)

# Η τεχνολογία-Αναερόβια Χώνευση



# Παραγωγή βιοαερίου



## ► Biomasses



Organic Industrial waste



Animal manure



Deep Litter



Household waste

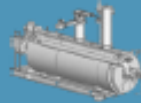
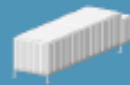


Energy crops

## ► Reception Facilities



## ► Pretreatment



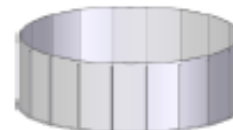
## ► Processing Facilities



Biogas

Secondary digester

Digestate



Fertilizer



Liquid fraction

Solid fraction

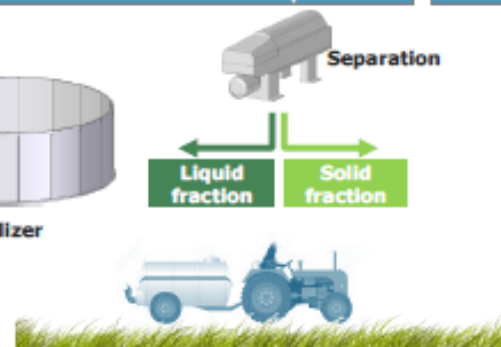
## ► Energy output



Gas upgrading



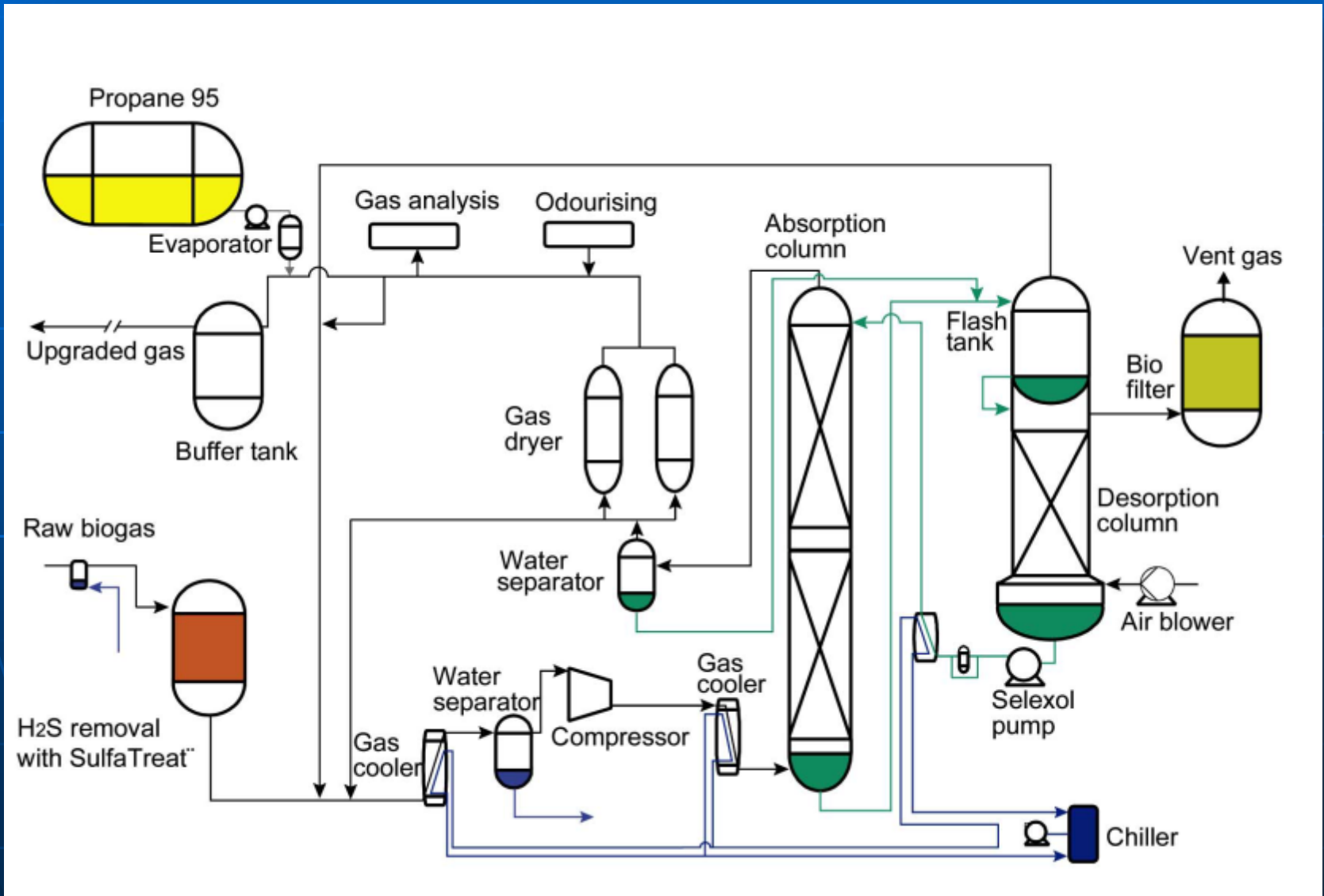
CHP unit



## ③ Παραγωγή βιομεθανίου

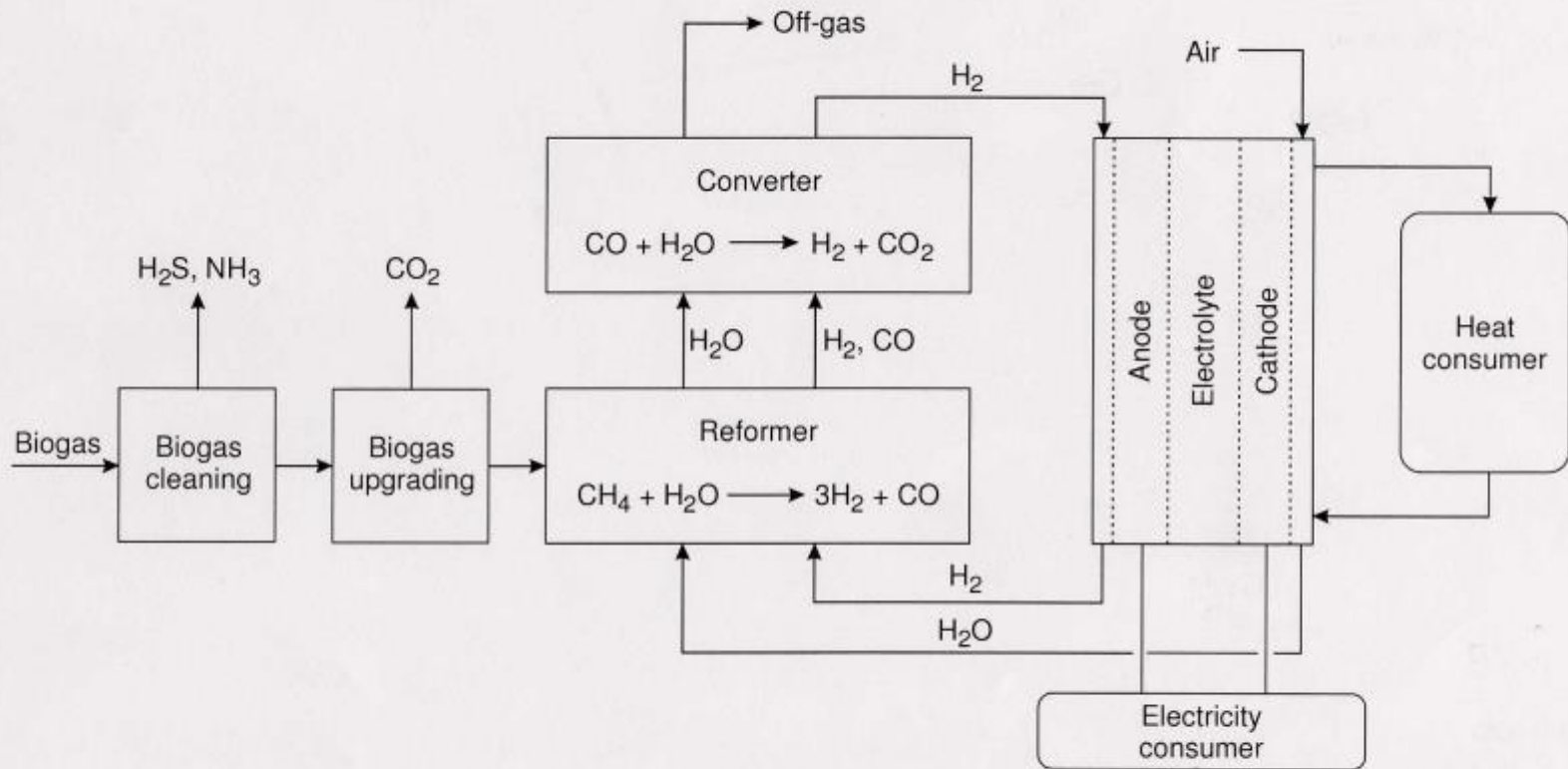
- ➔ Το βιοαέριο παράγεται από την Αναερόβια Χώνευση οργανικών αποβλήτων.
- ➔ Μετά την ΑΧ το βιοαέριο υφίσταται καθαρισμό, αναβάθμιση (απομάκρυνση CO<sub>2</sub> & προσθήκη προπανίου) και χρήση με θειόλες
- ➔ το παραγόμενο αέριο ονομάζεται βιομεθάνιο ποιότητας L (89% CH<sub>4</sub>) και H (96%CH<sub>4</sub>)
- ➔ Το Biomethane ονομάζεται και Renewable Natural Gas, ανάλογα με την μορφή που αποθηκεύεται bio-Compressed Natural Gas (bio-CNG) και bio – Liquefied Natural Gas (bio-LNG)

# Αναβάθμιση βιοαερίου Laholm - 500 m<sup>3</sup>/h



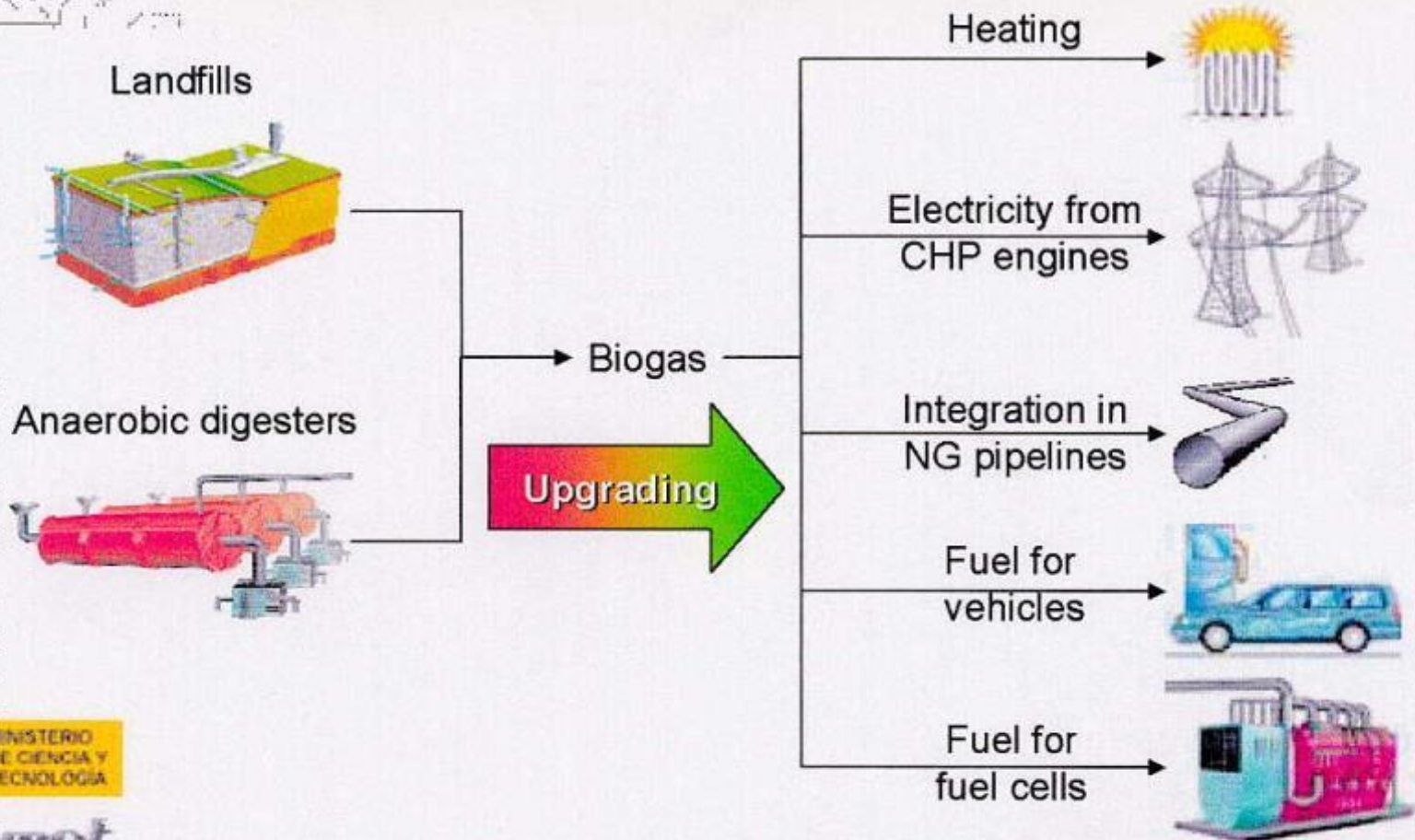


# Κυψέλη καυσίμου (fuel cell) με χρήση βιοαερίου

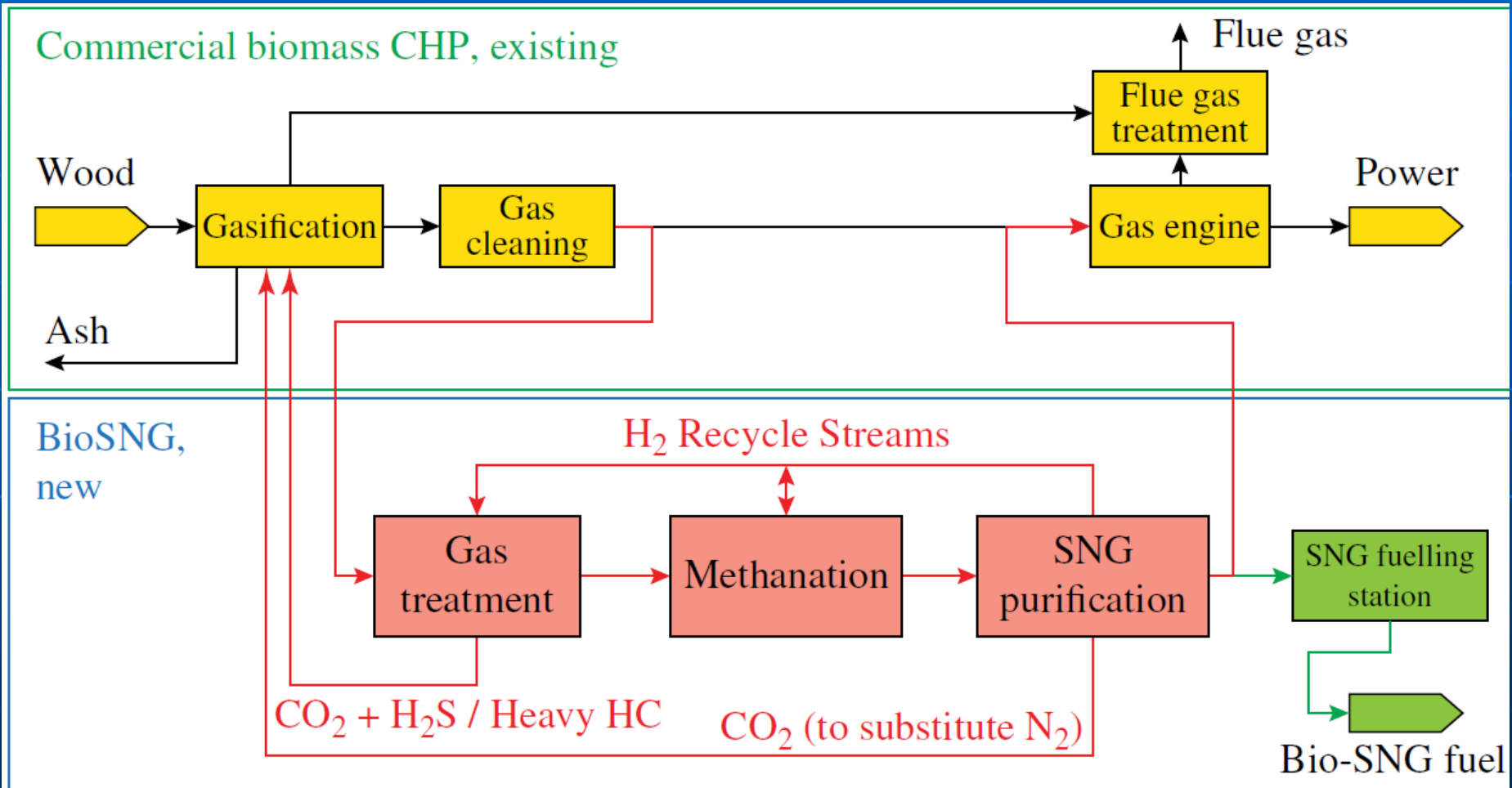


# Χρήσεις βιοαερίου

## Options for biogas utilisation



# Παραγωγή Bio-SNG



## ② Βιοαέριο στην ΕΕ

- ⇒ **17.783** μονάδες βιοαερίου, **540** μονάδες αναβάθμισης βιοαερίου στην ΕΕ το 2018
- ⇒ Η συνολική εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς εκτιμήθηκε σε **10.532 MW** και παραγωγή **65.179 GWh** ηλεκτρικής ενέργειας και **29.964 GWh** θερμικής ενέργειας, το οποίο αντιστοιχεί σε πλήρη κάλυψη ενεργειακών αναγκών τουλάχιστον **5,4** εκατομμύριων κατοικιών(ή 14,6 εκ. ηλεκτρικών)
- ⇒ Οι δύο χώρες που εμφανίζουν τη μεγαλύτερη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη είναι η Γερμανία (10.971 μονάδες) 33.182 GWh/y και η Ιταλία (1.655 μονάδες) 9.368 GWh/y, με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 4.635 MWe και 1.171 MWe, αντιστοίχως
- ⇒ Στην Γερμανία, ο κύκλος εργασιών (2015) στα 8,2 δισεκατομμύρια € ενώ ο αριθμός των εργαζομένων έφθανε τα 42.000 άτομα. (66.200 στην ΕΕ)

# Lemvig Biogas Plant



[www.lemvigbiogas.dk](http://www.lemvigbiogas.dk)

# Μονάδες βιοαερίου στην Δανία



Πηγή: [www.lemvigbiogas.dk](http://www.lemvigbiogas.dk)



Biogas plant für biomass and biowaste,  
in Austria, year of construction 2004

Πηγή: Ronald Lipp



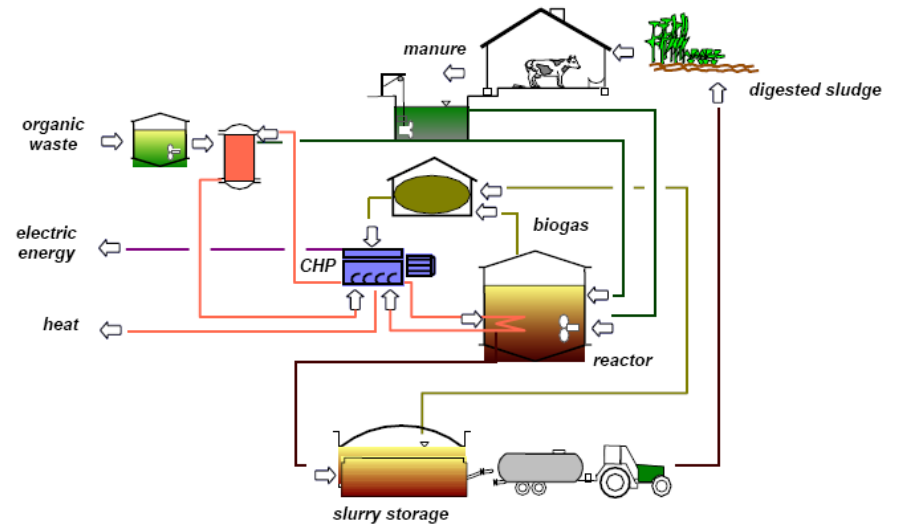
Πηγή: Lars Baadstorp

# Μονάδες βιοαερίου στη Γερμανία



[www.ie-leipzig.de](http://www.ie-leipzig.de)

## A typical german biogas plant



# Βιοαέριο/Βιομάζα για παραγωγή ηλεκτρισμού (2019)

- 60 μονάδες βιομάζας/βιοαερίου με συνολική ισχύ 84,34 MW και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας 307,8 GWh
  - 40 μονάδες βιοαερίου, με ισχύ 71,07 MW,
    - 5 ΧΥΤΑ με 31,57 MW,
    - 4 Βιολογικοί με 14,85 MW και
    - 31 αγρο-κτηνοτροφικοί με 24,65 MW
  - Οι υπόλοιπες 20 είναι μονάδες καύσης βιομάζας με ξύλο, 13,27 MW
- Υπό διαδικασία αδειοδότησης από ΔΕΔΗΕ είναι 1.156 έργα βιομάζας ισχύος 692,03 MW, επίσης 415 έργα βιοαερίου ισχύος 345,6 MW.



# Biogas plant in Ano Liossia 24.54 MW<sub>e</sub>



Source: HELECTOR

# Biogas plant in Psyttalia 11.4 MW<sub>e</sub>



# Biogas plant in Tagarades 5 MW<sub>e</sub>



Source: HELECTOR

# Biogas agricultural plants

CHITAS FARMA S.A  
1.7MW



Gasnakis Antonios S.A  
0.25MW



Karanikas Antonios S.A  
0.25MW



Bioaerio Komotinis S.A  
0.50MW



# Ήταν το 1776 όταν ο A. Volta πρώτος μελέτησε και απομόνωσε το αέριο των ελών (marsh gas), σήμερα...

- ⇒ Τεχνολογίες αναλυτικών διεργασιών και χημειομετρίας
- ⇒ Το βιοαέριο ως bioenergy carrier
- ⇒ Κρυογονική διαδικασία αναβάθμισης:
  - υγροποιημένου βιοαερίου LBG
  - ανάκτηση CO<sub>2</sub>
- ⇒ Βιομεθάνιο για απόθηκευση ενέργειας
- ⇒ Fuel cell με χρήση bio-H<sub>2</sub>
- ⇒ Παραγωγή του Bio-SNG από λιγνο-κυτταρινούχες πρώτες ύλες
- ⇒ Τεχνικές για ανάκτηση θρεπτικών συστατικών από το χωνεμένο υπόλειμμα
- ⇒ Ηλεκτροχημική οξειδοαναγωγή του CO<sub>2</sub> για παραγωγή Hythane



# Εισαγωγή βιομάζας στο ρεζερβουάρ και στο δίκτυο του φυσικού αερίου



# Βιομεθάνιο στις μεταφορές



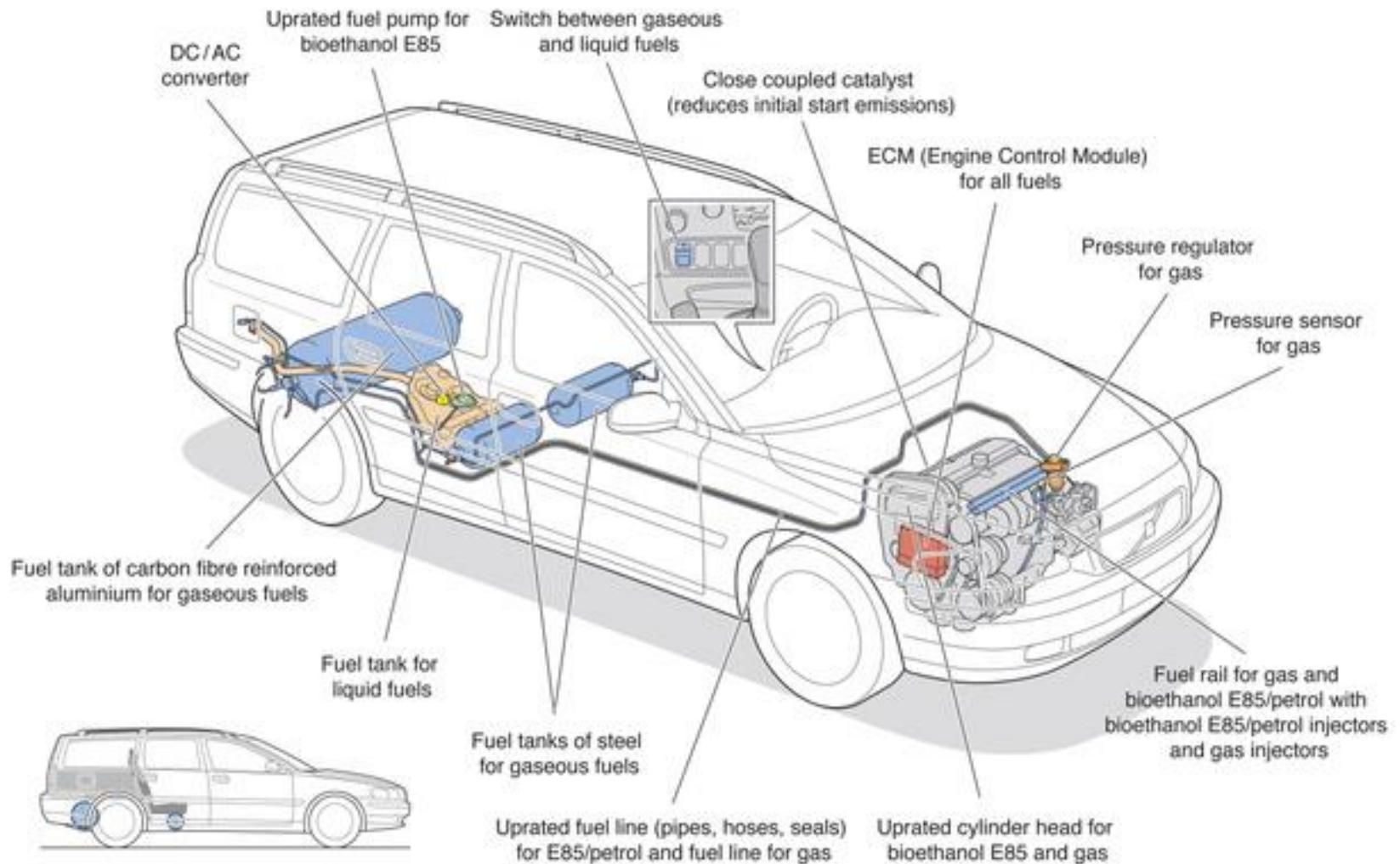
Πηγή: Swedish Biogas Association

# Biogas in Transport





# Multi-Fuel System for Hythane, Biomethane, CNG, Bioethanol E85 and Petrol



Volvo Multi-Fuel

**VOLVO**

# The most affordable fuel: Ex. Panda



## Turin



723 km →

## Rome



**61€**  
Gasoline

**51€**  
Diesel

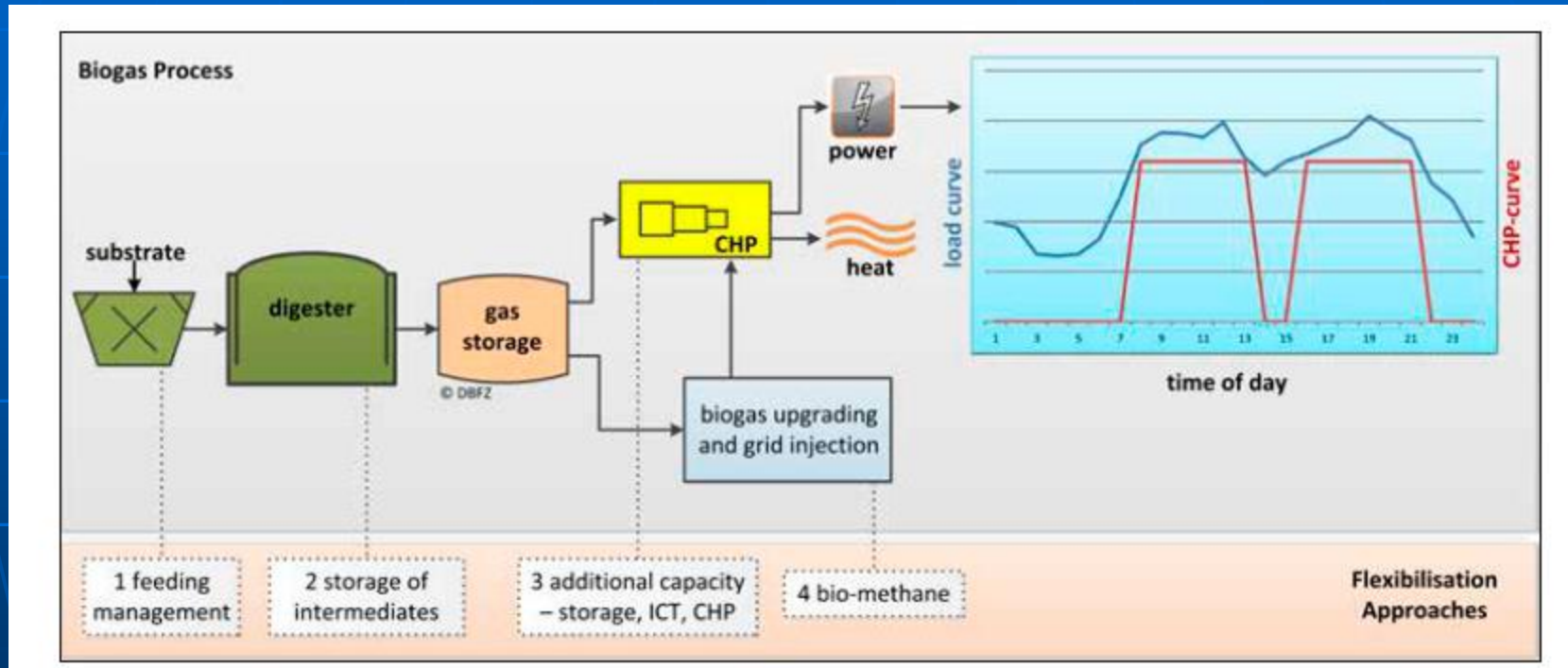
**34€**  
LPG

**27€**  
Methane

**-55%** compared  
to gasoline

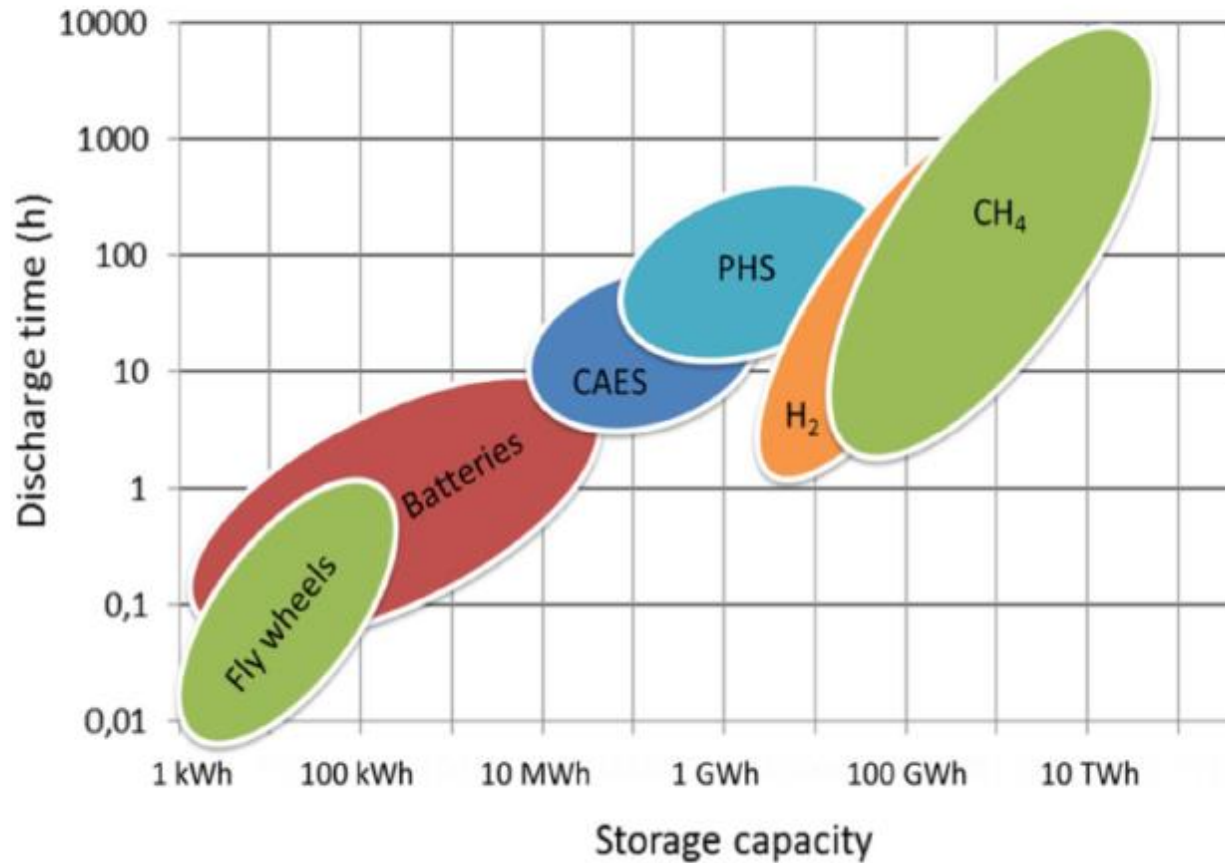
*Average Fuel Prices: January 26th, 2012*

# Ο ρόλος του βιοαερίου σε δίκτυο ' 'έξυπνης' ' ενέργειας



Πηγή: ΙΕΑ

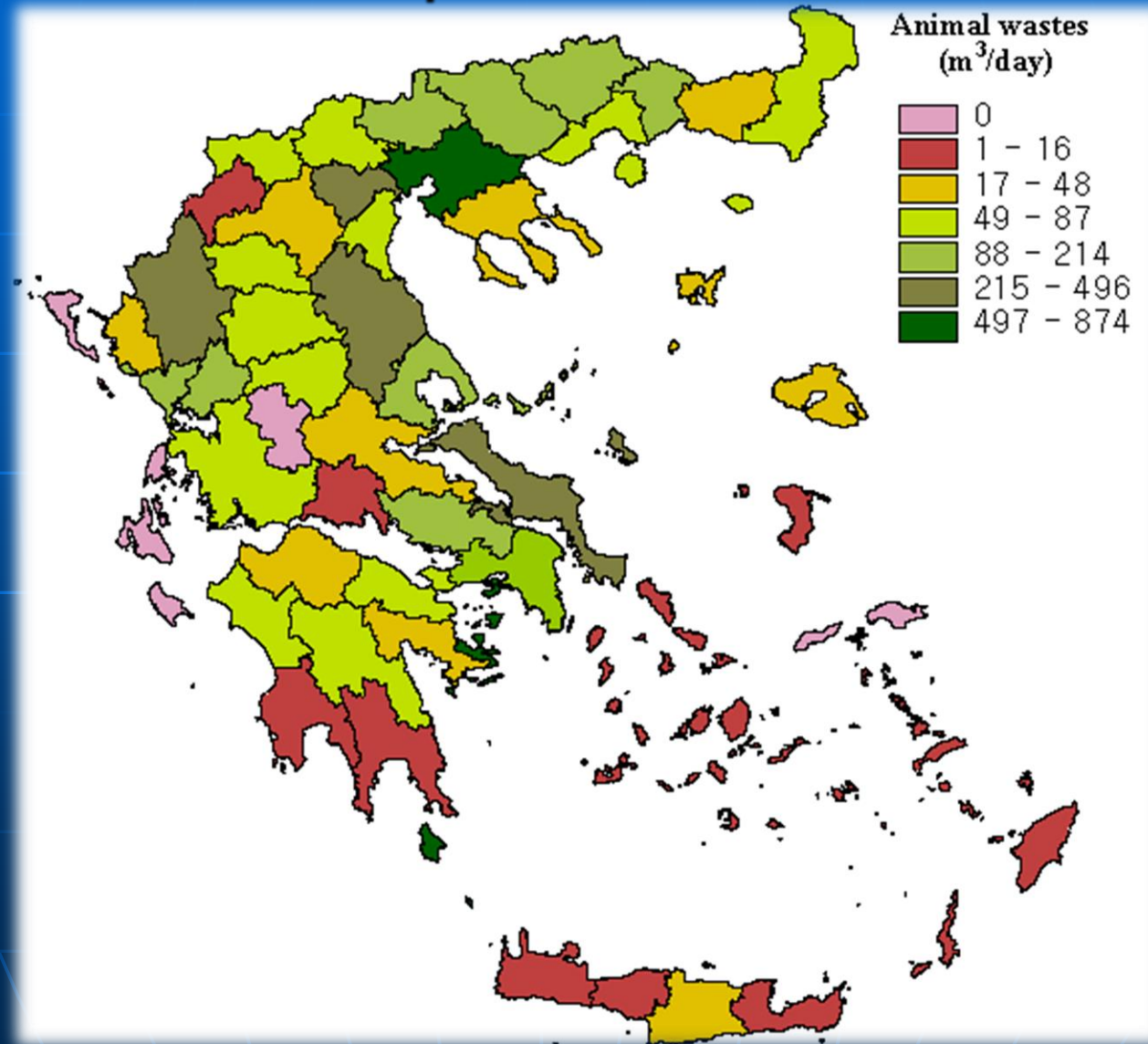
## Storage capacities



## ④ Δυναμικό οργανικών αποβλήτων στην Ελλάδα

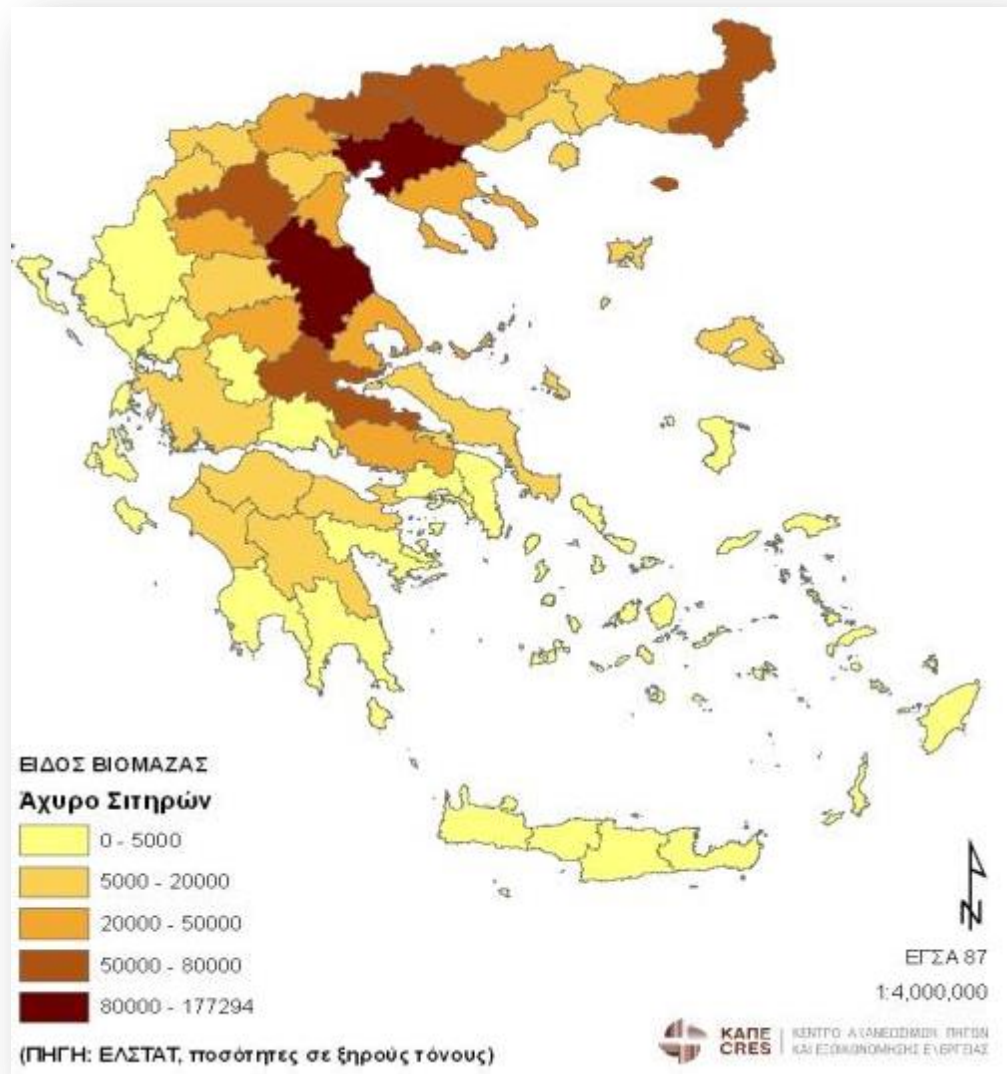
Πηγές	Μονάδες	Δυναμικότητα	Απόβλητα Τόνοι/χρόνο	Ισχύς (MW)
Βουστάσια	26.295	755.665 βοοειδή	13.601.970	233
Χοιροτροφεία	3299	147.920 χοιρομητέρες	2.277.072	36
Πτηνοτροφεία	(1972)	33.875.054	813.001	86
Μεταποίηση γάλακτος	696	1.175.319	822.723	14
<b>Σύνολο</b>			<b>17.514.766</b>	<b>369</b>

# Δυναμικό κτηνοτροφικών αποβλήτων στην Ελλάδα



# Theoretical potential of straw

- ➔ Theoretical potential  
~1.15 million tons  
DM/year (65MWe  
biogas plant)
- ➔ Regions: Larissa,  
Thessaloniki, Evros,  
Phiotida, Serres, Kozani,  
Kilkis



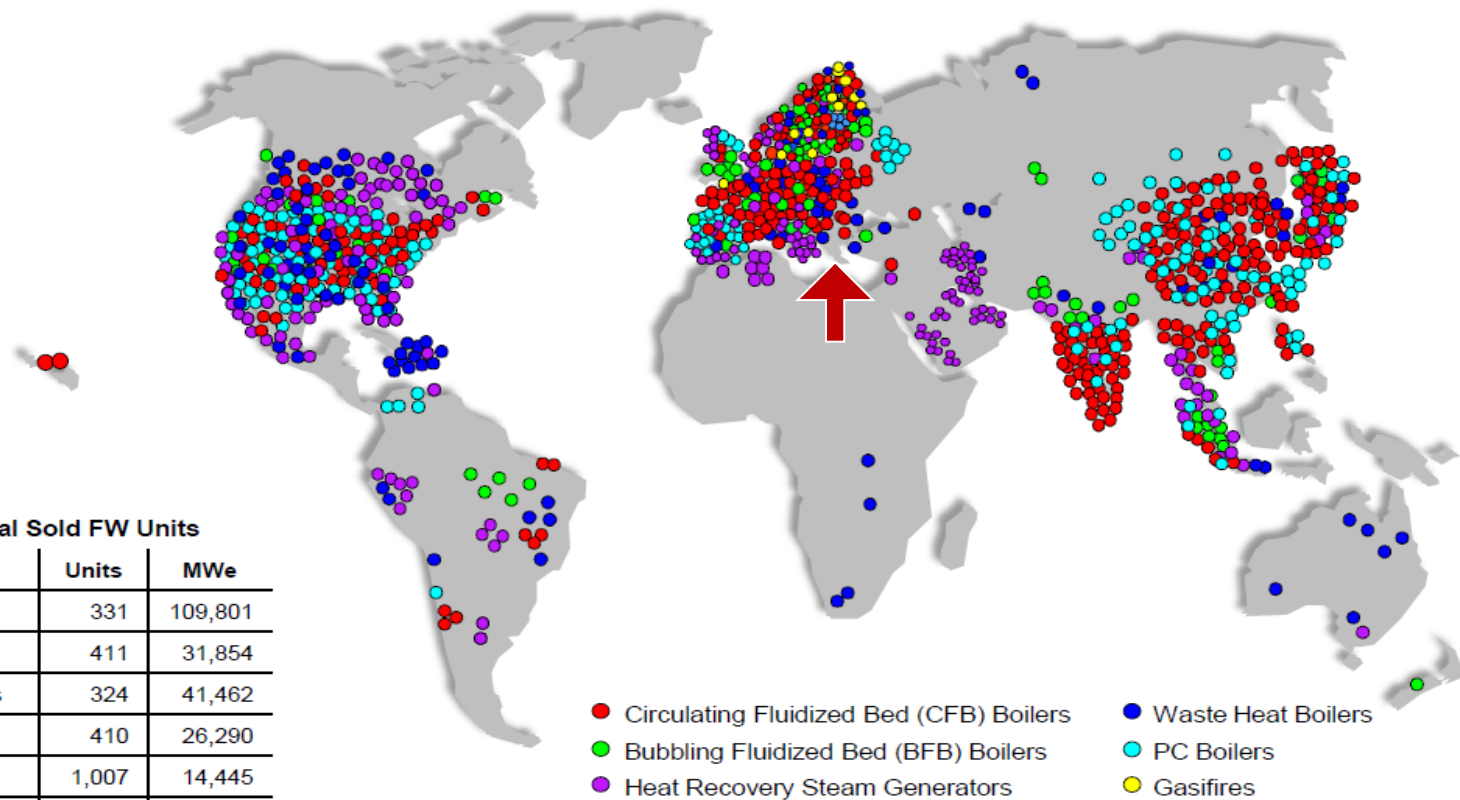
# Εμπόδια

- ⇒ Στην Περιβαλλοντική αδειοδότηση
- ⇒ Στην κοινωνική αποδοχή: Η Ελλάδα πάσχει από μία υψηλού βαθμού αντίσταση από τις τοπικές κοινωνίες και από διοικητικούς φραγμούς για τη δημιουργία έργων ΑΠΕ και ιδιαίτερα της βιομάζας
- ⇒ Στην γραφειοκρατία: Ένα πολυστρωματικό σύστημα εγκρίσεων και σύνθετες γραφειοκρατικές διαδικασίες οδηγούν σε μακροχρόνιες διαδικασίες αδειοδότησης.
- ⇒ Στην απουσία χωροταξικού: Τα διοικητικά εμπόδια επαυξάνονται από την απουσία χωροταξικού σχεδιασμού
- ⇒ Στην δυσκολία προσέγγισης φορέων δανειοδότησης : υψηλό επιτόκιο



# Εμποδία

Foster Wheeler Global Power Reference Base  
2,533 Units - over 220 GWe



Total Sold FW Units

	Units	MWe
PC	331	109,801
CFB	411	31,854
Oil & Gas	324	41,462
HRSG	410	26,290
Industrial	1,007	14,445
Solar	50	2,209
Total	2,533	220,061

- Circulating Fluidized Bed (CFB) Boilers
- Bubbling Fluidized Bed (BFB) Boilers
- Heat Recovery Steam Generators
- Waste Heat Boilers
- PC Boilers
- Gasifires

# Πλεονεκτήματα της Βιοενέργειας

## Περιβάλλον

Μείωση του  
φαινομένου του  
Θερμοκηπίου  
20.000 tnCO<sub>2</sub>

Δημιουργία θέσεων  
εργασίας  
10 θέσεις



Τοπική Ανάπτυξη  
0,25% N. Λάρισας  
0.37% N. Έβρου  
86.000 tn=4MW,

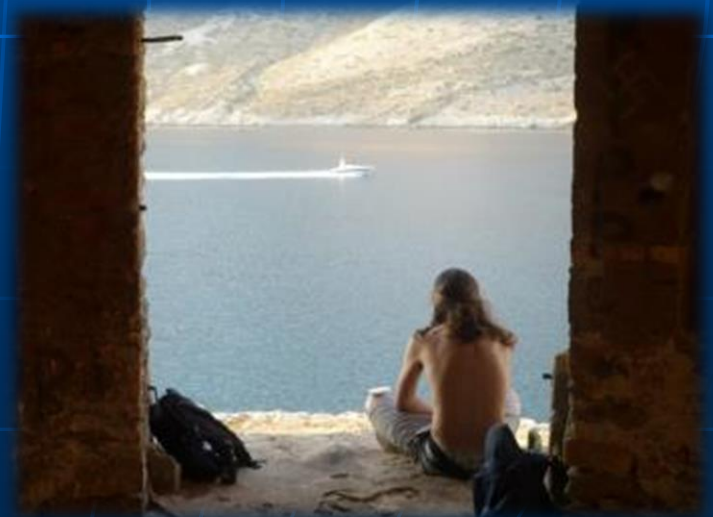


Ασφάλεια  
Ενεργειακού  
Εφοδιασμού  
36.400MWh=11.000

Μείωση εισαγωγών



# Η πιο όμορφη Χώρα .....



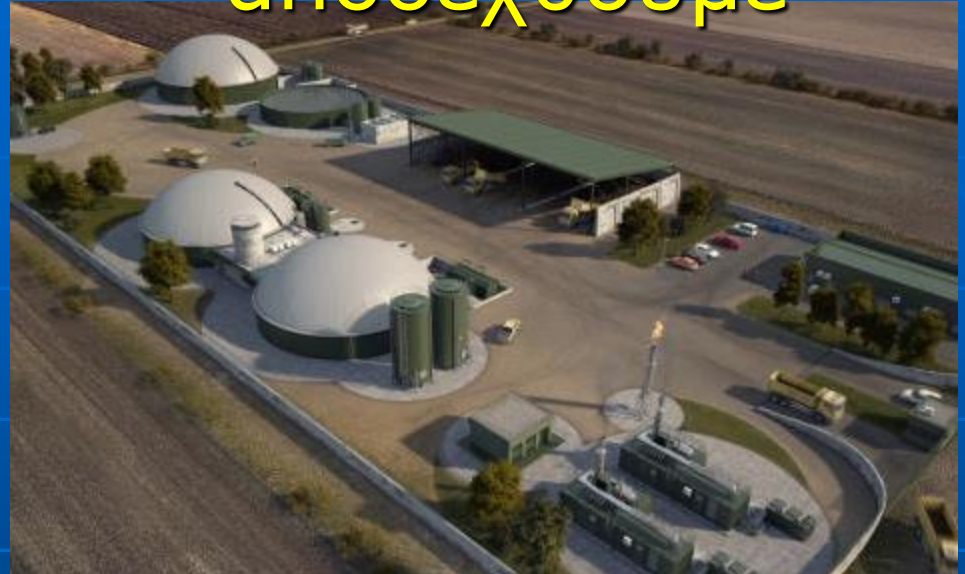
....αλλά μας πληγώνει.....



Τι αποδεχόμαστε



Τι δεν μπορούμε να αποδεχθούμε





**BIOGAS**

# Βιοαέριο/Βιομεθάνιο από ΑΣΑ

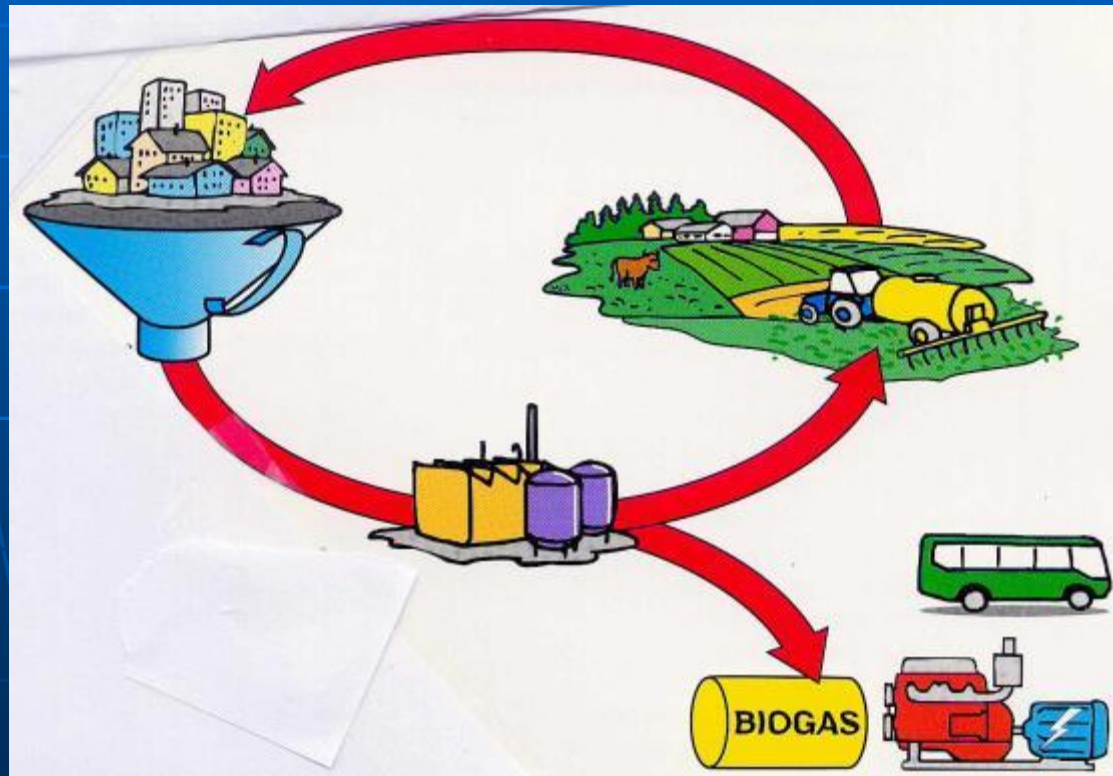
Περιφέρεια	ΑΣΑ	Βιοαπόβλητα	Εγκατ. Ηλεκτρ. Ισχύς	CH <sub>4</sub>	Βιομεθάνιο	Λεωφορεία	Οχήματα
	τόνοι/ έτος	τόνοι/έτος	MWe	m <sup>3</sup> / έτος	m <sup>3</sup> / έτος	20000 Km/έτος	20000 Km/έτος
<b>Αν. Μακεδονία &amp; Θράκη</b>	278500	123376	5.0	10363542	9648458	804	6030
<b>Κ. Μακεδονία</b>	933900	413718	16.6	34752287	32354379	2696	20221
<b>Δ. Μακεδονία</b>	153100	67823	2.7	5697157	5304053	442	3315
<b>Θεσσαλία</b>	411400	182250	7.3	15309017	14252695	1188	8908
<b>Ηπειρος</b>	96700	42838	1.7	3598400	3350111	279	2094
<b>Ιονια Νησιά</b>	147700	65431	2.6	5496212	5116974	426	3198
<b>Δ. Ελλάδα</b>	308500	136666	5.5	11479902	10687789	891	6680
<b>Κ. Ελλάδα</b>	307100	136045	5.5	11427805	10639287	887	6650
<b>Πελοπόννησος</b>	137900	61090	2.5	5131535	4777459	398	2986
<b>Αττική</b>	2492400	1104133	44.3	92747189	86347633	7196	53967
<b>Β Αιγαίο</b>	81400	36060	1.4	3029057	2820052	235	1763
<b>Ν. Αιγαίο</b>	227500	100783	4.0	8465730	7881595	657	4926
<b>Κρήτη</b>	428500	189826	7.6	15945342	14845113	1237	9278
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	6004600	2660038	106.7	223443175	208025596	17335	130016

# Συμπεράσματα

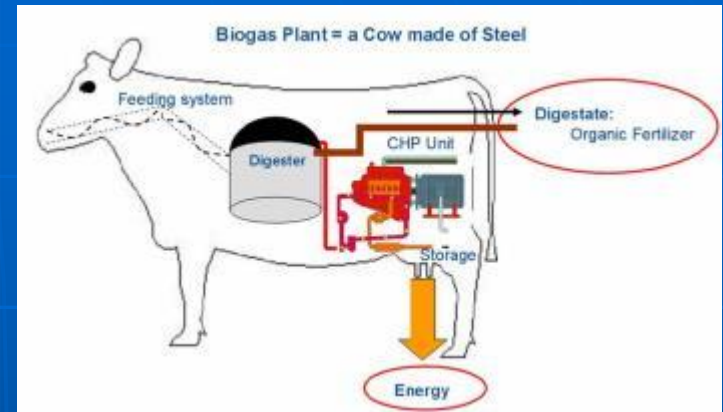
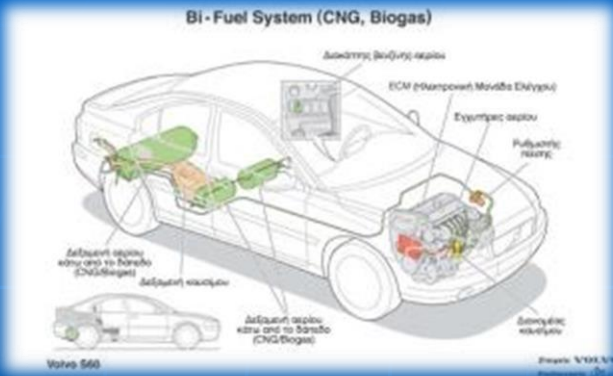
- ⇒ Η ανάπτυξη και εγκατάσταση τεχνολογιών βιοαερίου αποτελεί εναλλακτική λύση για τη διαχείριση των 18.000.000 τόνων/έτος αποβλήτων και 2.000.000 τόνων/έτος άχυρου σιτηρών που στο σύνολο τους είναι αδιάθετα και αναξιοποίητα
- ⇒ Η κεντρική μονάδα αντιπροσωπεύει ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης κτηνοτροφικών και οργανικών αποβλήτων για παραγωγή ενέργειας με σημαντικά περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη.
- ⇒ Η βιομάζα/βιοαέριο συνεισφέρει στην επίτευξη του στόχου συμμετοχής των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας και με προοπτικές αύξησης της συνεισφοράς



Τα Πρόσωπα σκέφτονται και ενεργούν με περιβαλλοντικά υπεύθυνο τρόπο εφόσον έχουν εκπαιδευτεί κατάλληλα. Η πολιτεία πρέπει να θέτει τους κανόνες που όλοι θα είναι υποχρεωμένοι να ακολουθούν και σύμφωνα με την προσέγγιση της αγοράς πρέπει να υπάρχει σύστημα κινήτρων που να ωθεί προς τη σωστή συμπεριφορά



Πηγή: Swedish Biogas Association



Ευχαριστώ για την προσοχή σας



[czafir@cres.gr](mailto:czafir@cres.gr)



210-6603261

