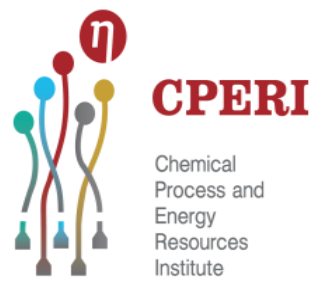




# Εθνικό Κέντρο Έρευνας & Τεχνολογικής Ανάπτυξης Ινστιτούτο Χημικών Διεργασιών & Ενεργειακών Πόρων



**“Διαχείριση αποβλήτων και μέθοδοι αξιοποίησής τους στο πλαίσιο  
της Κυκλικής Οικονομίας: Δυνατότητες και Ανησυχίες”,  
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο**

**Διασχολικό Μαθημα του ΕΜΠ, «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»  
27 Μαΐου 2020, online**

**Δημήτρης Κουρκούμπας**

**+30 211 1069517**

**E-mail : [kourkoumpas@certh.gr](mailto:kourkoumpas@certh.gr)**



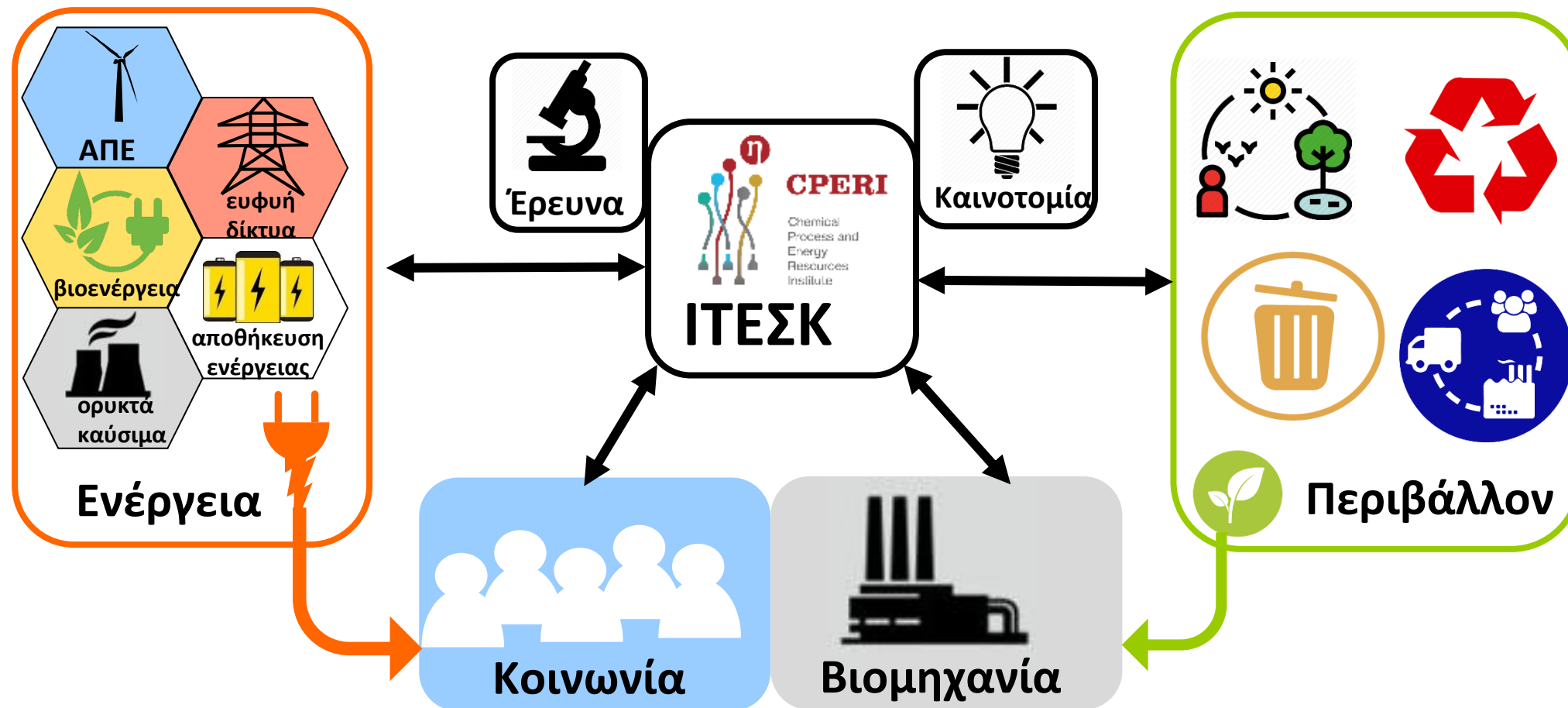
# Περιεχόμενα

- Σύνοψη των δράσεων του ΙΤΕΣΚ/ΙΔΕΠ
- Διαχείριση αστικών αποβλήτων στην Ευρώπη
- Σχέδιο δράσης για την Κυκλική Οικονομία
- Κατάσταση στην Ευρώπη
- Ενεργειακή Ανάκτηση και Κυκλική Οικονομία
- Ενδεικτικά Έργα
- Περιβαλλοντική αξιολόγηση: Το εργαλείο της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής



# Σύνοψη των δράσεων του ΙΤΕΣΚ/ΙΔΕΠ

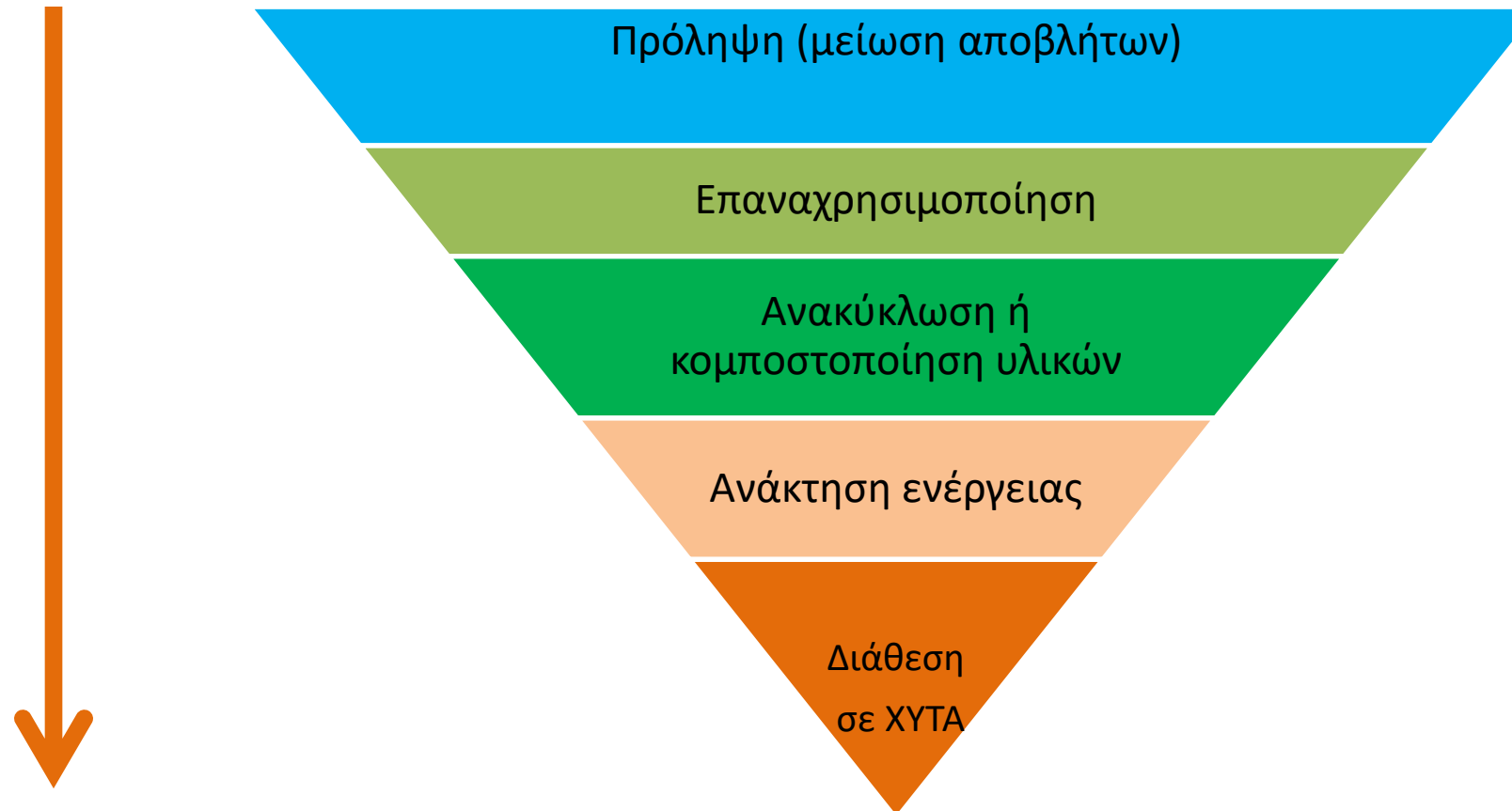
Το ΙΤΕΣΚ ως τμήμα του ΕΚΕΤΑ διαθέτει την επιστημονική αριστεία και την τεχνική επάρκεια για την προσέλκυση και ολοκλήρωση Ευρωπαϊκών προγραμμάτων με έμφαση:





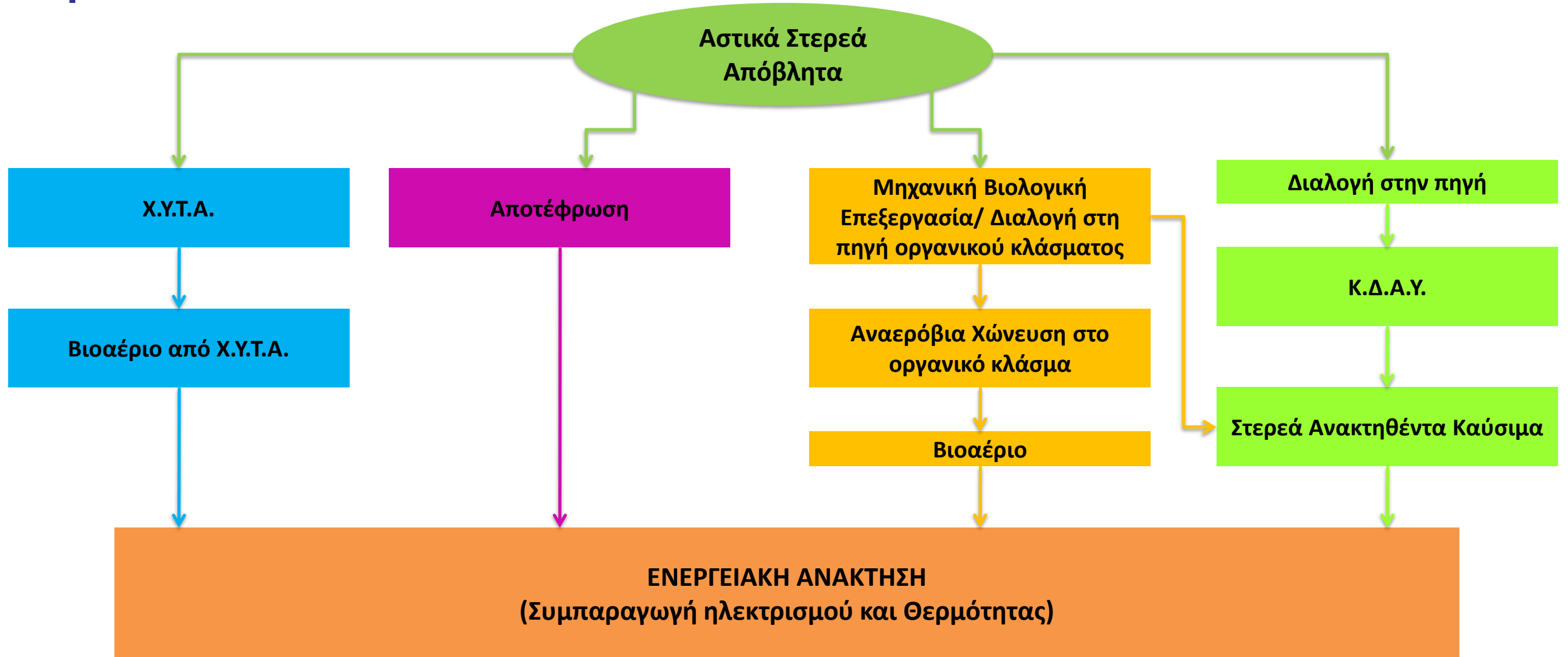
# Πυραμίδα ιεράρχησης επιλογών για τη διαχείριση αποβλήτων

## Πρακτικές διαχείρισης αποβλήτων





# Διαχείριση αποβλήτων και ανάκτηση ενέργειας





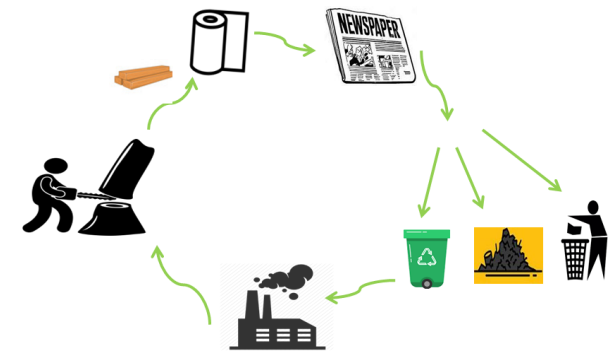
# Σχέδιο δράσης για τη μετάβαση στην Κυκλική οικονομία

## Βασικοί στόχοι προς επίτευξη για το 2030:

- τουλάχιστον 40% μείωση των εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου (από το 1990)
- τουλάχιστον 32% χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
- τουλάχιστον 32.5% αύξηση της ενεργειακής απόδοσης



Γραμμικό μοντέλο



Μοντέλο Κυκλικής οικονομίας

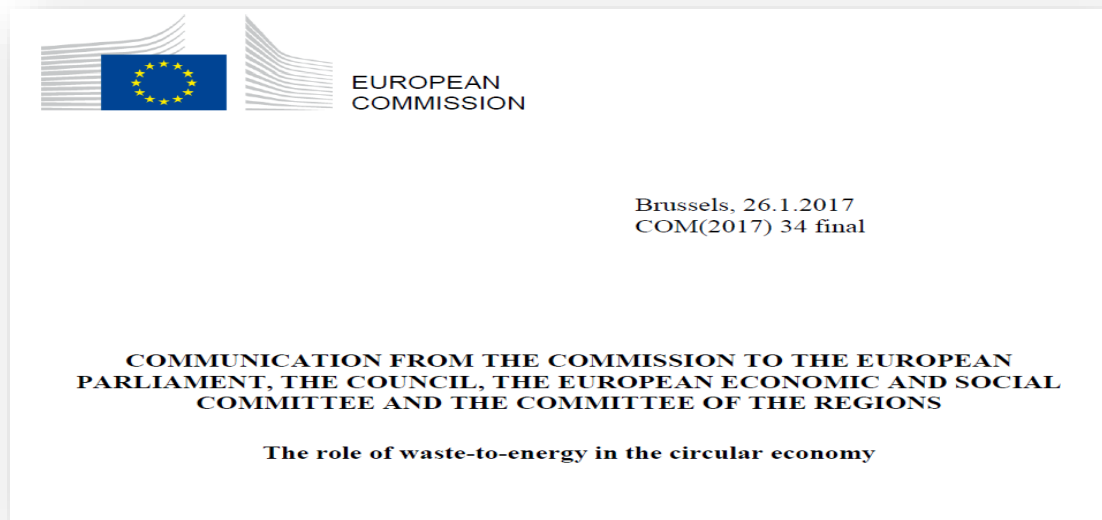
## Έχουν τεθεί σαφείς στόχοι για τη μείωση της διάθεσης αποβλήτων στην Ευρώπη

- Ανακύκλωση 55% των αστικών αποβλήτων ως το 2025, 60% έως το 2030 και 65% έως το 2035.
- Ανακύκλωση 70% αποβλήτων συσκευασίας έως το 2030, συγκεκριμένα
  - χαρτί και χαρτόνι: 85%
  - σιδηρούχα μέταλλα: 80%
  - αλουμίνιο: 60%
  - γυαλί: 75%
  - πλαστικό: 55%
  - ξύλο: 30%
- Μείωση έως 10% της διάθεσης αστικών αποβλήτων σε ΧΥΤΑ μέχρι το 2035





# Ένταξη μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης αποβλήτων στο πλαίσιο της κυκλικής οικονομίας



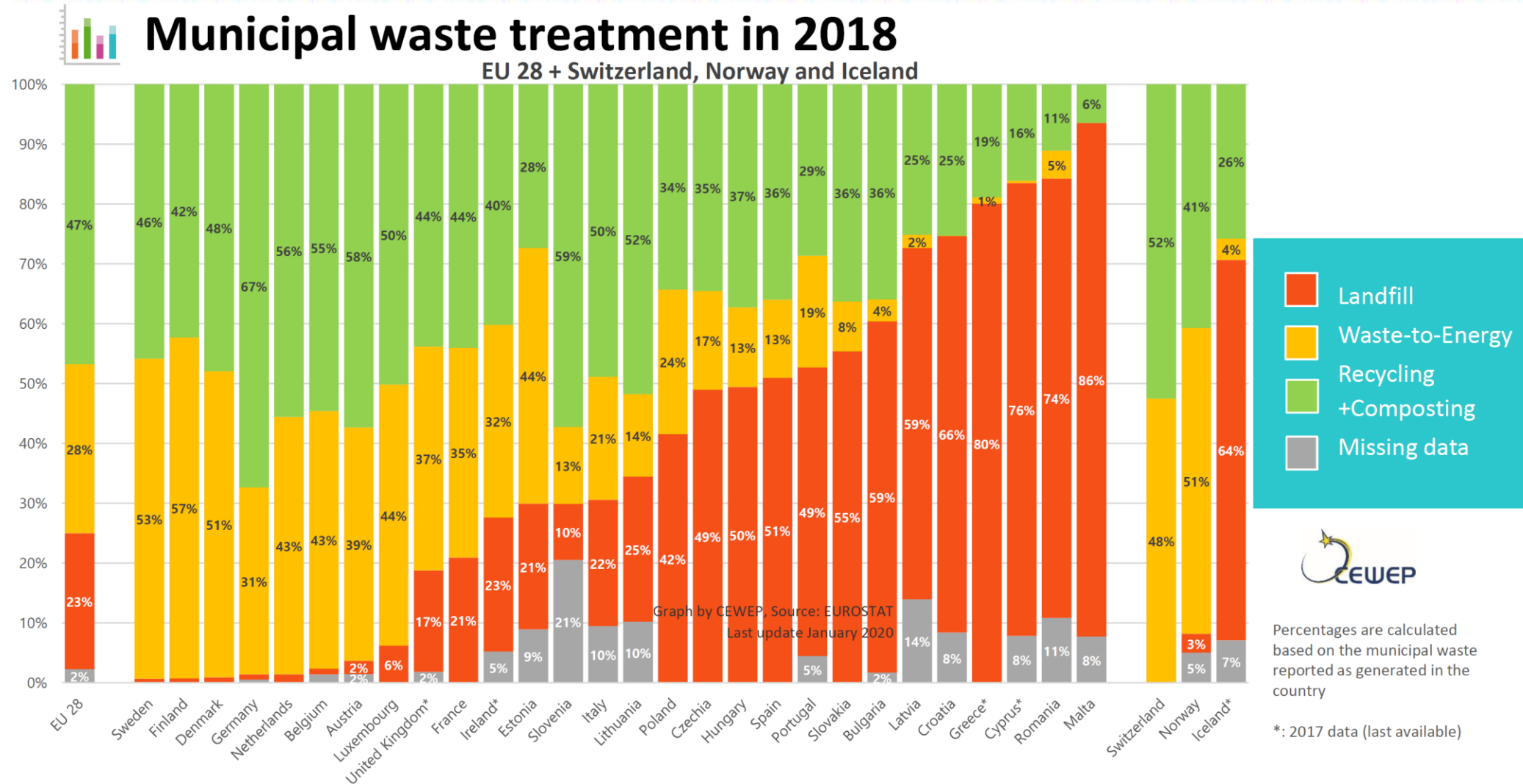
Οι διεργασίες **waste-to-energy**  
(π.χ παραγωγή βιοαερίου από απόβλητα, καύση RDF)

εντάσσονται στο πλαίσιο της «**κυκλικής οικονομίας**»  
με δεδομένη την τήρηση της ιεραρχίας διαχείρισης  
των αποβλήτων στην ΕΕ και προώθηση της πρόληψης,  
επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης.





# Ανακύκλωση και ενεργειακή αξιοποίηση στην Ευρώπη (1)







# Ανακύκλωση και ενεργειακή αξιοποίηση στην Ευρώπη (2)

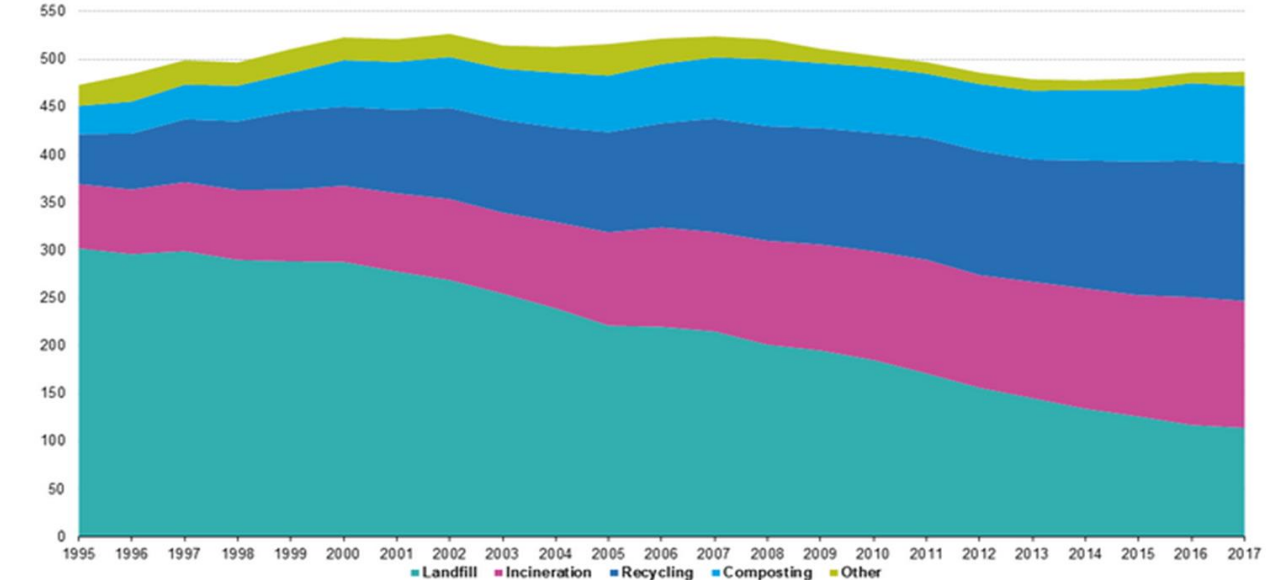
Municipal waste landfilled, incinerated, recycled and composted, EU-28, 1995-2018

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Change 2018/1995 (%)		
<b>million tonnes</b>																											
Landfill	145	143	144	140	140	140	135	131	125	118	110	109	107	101	98	93	86	79	73	68	64	60	58	57	-61		
Incineration	32	32	35	35	36	39	40	41	41	44	48	52	52	54	55	57	60	59	62	64	65	68	70	70	117		
Material Recycling	25	28	32	35	40	40	43	47	48	49	52	54	60	61	62	63	64	66	65	68	71	73	74	75	201		
Composting	14	16	17	18	19	24	24	26	26	28	29	30	32	35	34	34	34	35	36	38	38	41	42	43	202		
Other	10	14	12	12	12	12	12	12	12	13	17	14	11	10	7	6	6	6	6	5	6	6	6	6	-44		
<b>kg per capita</b>																											
Landfill	302	295	298	289	287	287	277	268	254	239	223	220	214	202	194	185	171	156	145	134	125	117	113	111	-63		
Incineration	67	67	72	73	74	79	81	84	84	90	96	104	105	108	110	114	119	118	122	126	128	134	137	136	103		
Material Recycling	52	58	66	72	82	83	87	95	97	99	105	109	119	121	124	126	128	130	128	133	140	143	144	147	183		
Composting	29	33	36	37	39	48	50	53	53	57	58	61	64	69	68	67	67	70	72	74	75	81	81	83	186		
Other	20	29	24	23	26	24	24	25	25	27	33	27	21	20	15	12	12	12	12	11	12	11	11	12	-40		

Source: Eurostat (online data code: env\_wasmun)

eurostat

Municipal waste treatment, EU-28, (kg per capita)



eurostat

- Η διάθεση σε ταφή έχει μειωθεί σημαντικά
- Αυξητική τάση στην ανακύκλωση και στην ενεργειακή αξιοποίηση των αστικών αποβλήτων



# Προγράμματα διαλογής στην πηγή

Διαλογή στην Πηγή (ΔσΠ) ορίζεται η διαδικασία με την οποία γίνεται διαχωρισμός των απορριμμάτων σε επιμέρους υλικά ή ομοιογενείς κατηγορίες συστατικών με στόχο την ανάκτηση χρήσιμων υλικών. Ο συγκεκριμένος διαχωρισμός πραγματοποιείται σε επίπεδο καταναλωτή.

## Κατηγορίες:

### Ανάλογα με το σύστημα συλλογής:

- Σύστημα πόρτα-πόρτα
- Σύστημα με κεντρικούς κάδους

### Ανάλογα με τη χρονική διάρκεια:

- Συστηματικά
- Περιοδικά

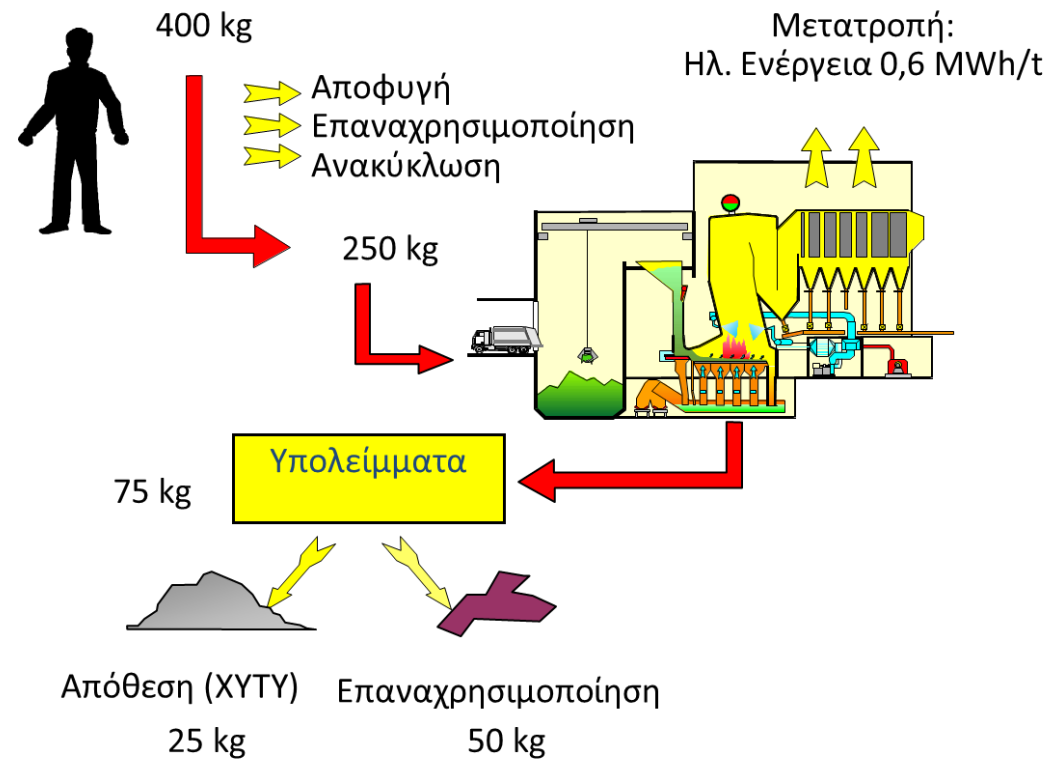
### Ανάλογα με το είδος συλλογής αποβλήτων

- Υπολείμματα τροφών ή/και απόβλητα κήπου
- Ανακυκλώσιμα (χαρτί, πλαστικό, γυάλι, μέταλλα)





# Γιατί ενεργειακή αξιοποίηση;



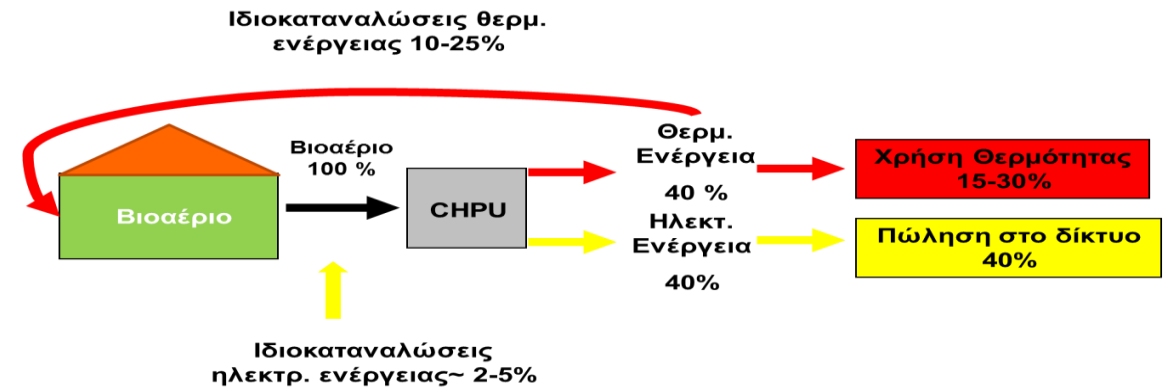
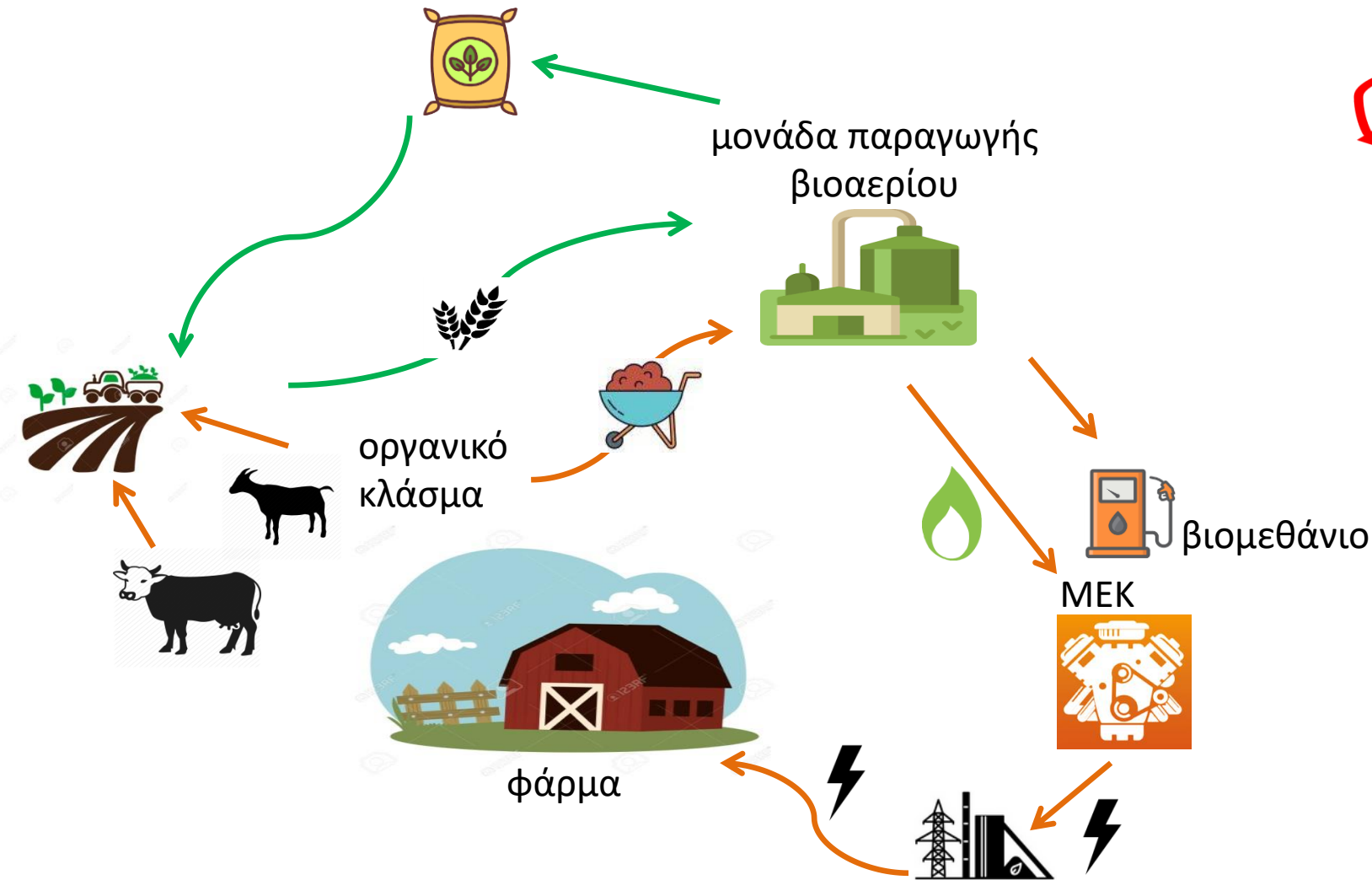
- Ετήσιες ηλεκτρικές καταναλώσεις νοικοκυριού: 3.5 MWhel
- Μικρής κλίμακας μονάδα ενεργειακής αξιοποίησης χωρητικότητας 30.000tn ετησίως μπορεί να καλύψει περίπου τις ηλεκτρικές καταναλώσεις 5000 κατοικιών

## Γιατί αεριοποίηση;

- Αέριο σύνθεσης ιδιαίτερα εύχρηστο (αεριοστρόβιλοι, παλινδρομικές ΜΕΚ, συνδυασμένος κύκλος)
- Δυνατότητα επίτευξης υψηλών βαθμών απόδοσης
- Μικρότερη παροχή όγκου αερίου σύνθεσης από ότι τα καυσαέρια και συνεπώς μικρότερη διάταξη καθαρισμού.



# Ενεργειακή ανάκτηση από βιοαπόβλητα και Κυκλική Οικονομία (1)



Κατηγορία	Θερμογόνος ικανότητα
Βιοαέριο	20-25 MJ/m <sup>3</sup>
Βιομεθάνιο	36 MJ/Nm <sup>3</sup>
Φυσικό αέριο	38 MJ/Nm <sup>3</sup>

110 m<sup>3</sup>/t οργανικού κλάσματος αστικών απορριμμάτων  
 1 m<sup>3</sup> βιομεθάνιο ισοδυναμεί με 1 L diesel

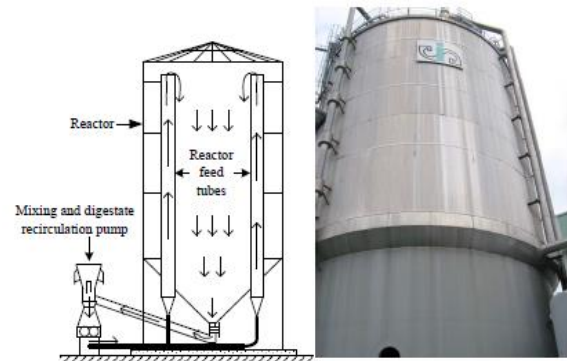


# Ενεργειακή ανάκτηση από βιοαπόβλητα και Κυκλική οικονομία (2)

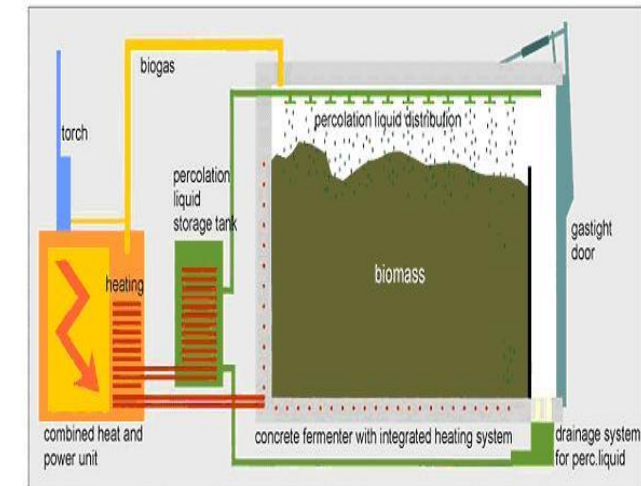
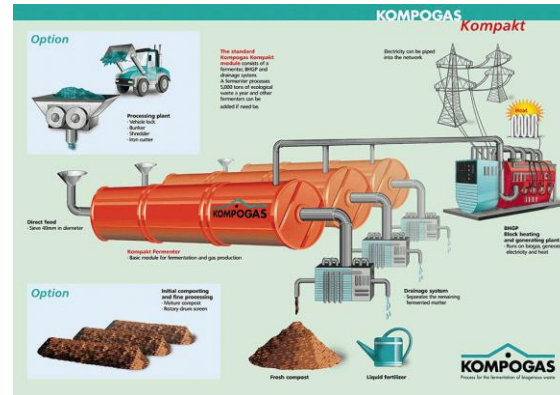
Τεχνολογίες συστημάτων ξηρής αναερόβιας χώνευσης αναερόβιας χώνευσης μεγάλης κλίμακας

Τεχνολογίες ξηρής αναερόβιας χώνευσης μικρής κλίμακας (ζύμωση)

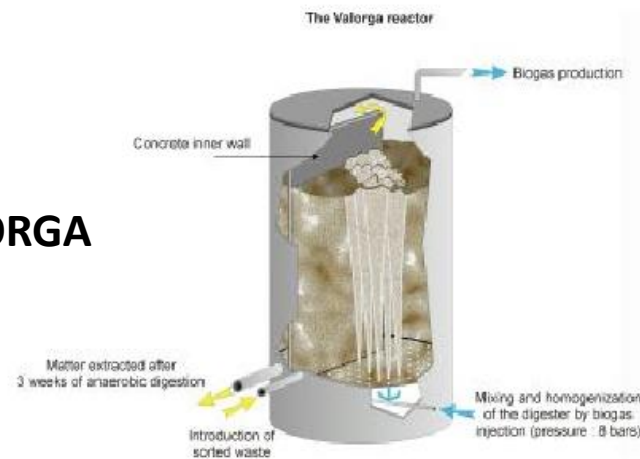
## DRANCO



## KOMPOGAS



## VALORGA



- Πιο απλή στην κατασκευή και στη λειτουργία από τα ξηρά συστήματα αναερόβιας χώνευσης μεγάλης κλίμακας.
- Μικρής κλίμακας μονάδα με δυνατότητα επέκτασης
- Η διαδικασία πραγματοποιείται σε κλειστά containers (τύπου γκαράζ).
- Δεν απαιτείται προσθήκη νερού.
- Για την παροχή της απαραίτητης υγρασίας χρησιμοποιούνται τα στραγγίσματα μέσω ανακυκλοφορίας.
- Οι διαφορετικές φάσεις της χώνευσης πραγματοποιούνται στον ίδιο χωνευτή.



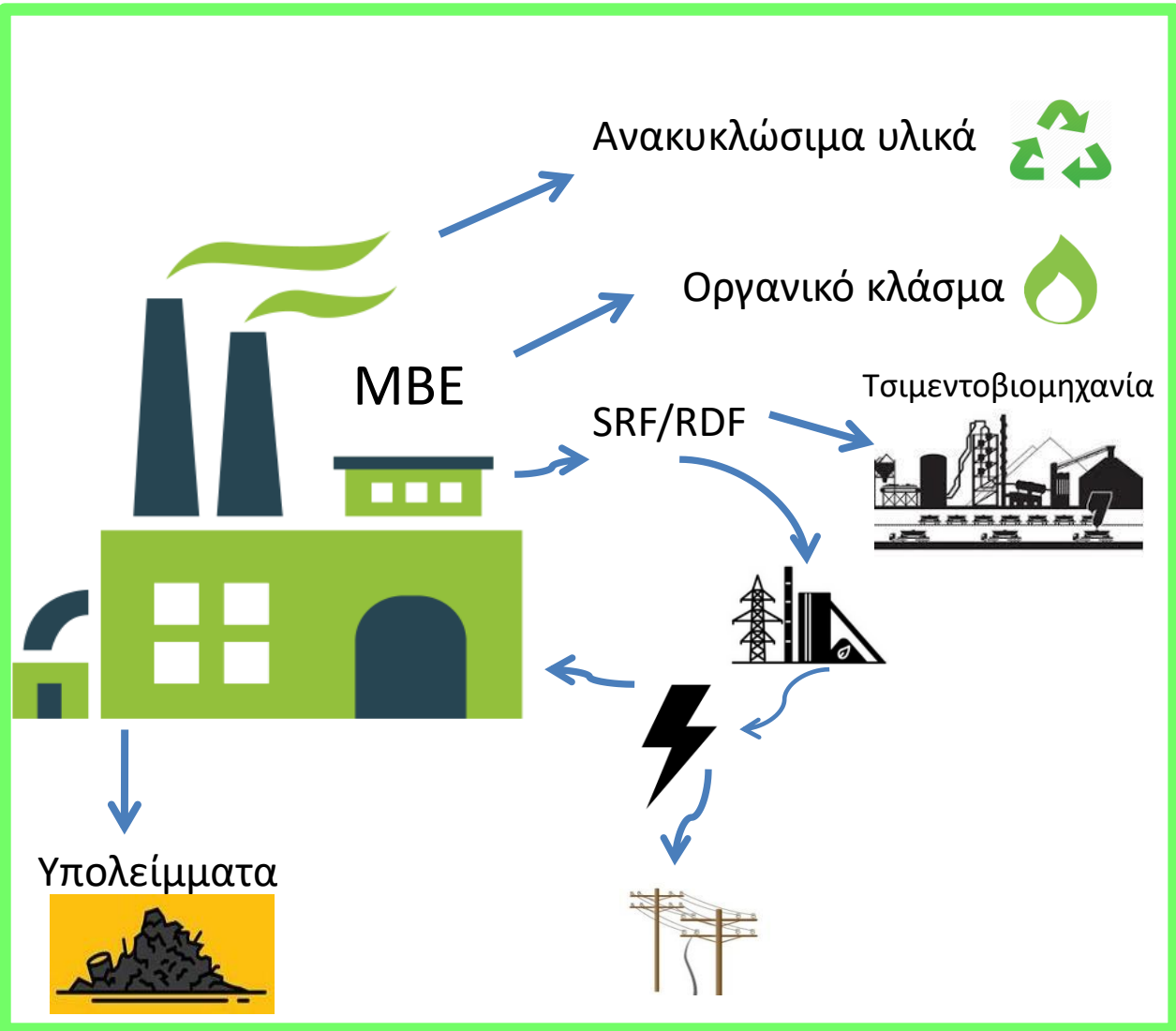
# Ενδεικτικά έργα μονάδων ξηρής Αναερόβιας χώνευσης στην Ευρώπη



	Δυναμικότητα	Είδος απορριμμάτων	Ηλ.Ισχύς/ Παραγωγή βιοαερίου	Έναρξη λειτουργίας
<b>Saalfeld</b>	20.000 tpa	Οργανικά (Υπολείμματα τροφής)	1.050 kW	Νοέμβριος 2007
<b>Rendsburg</b>	30.000 tpa	Οργανικά (Υπολείμματα τροφής)	1.050 kW	Νοέμβριος 2008
<b>Vechta</b>	10.000 tpa	Οργανικά (Υπολείμματα τροφής)	330 kW	Δεκέμβριος 2008
<b>Erfurt</b>	20.000 tpa	Οργανικά (Υπολείμματα τροφής)	660 kW	Νοέμβριος 2008
<b>Bassum</b>	18.000 tpa	Οργανικά (Υπολείμματα τροφής)	625 kW	Νοέμβριος 2009
<b>Steinfurt</b>	50.000 tpa	Οργανικά (Υπολείμματα τροφής)	1.050 kW	Σεπτέμβριος 2013



# Μηχανική/βιολογική επεξεργασία ΑΣΑ και Κυκλική οικονομία



## Πλεονεκτήματα της ενεργειακής αξιοποίησης

- Εξοικονόμηση ορυκτών καυσίμων
- Εναλλακτική διαχείριση αποβλήτων σε σχέση με την αποτέφρωση ΑΣΑ
- 50-70% κβ βιογενές περιεχόμενο στο SRF → μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>
- Αξιοποίηση υφιστάμενων εγκαταστάσεων (τσιμεντοβιομηχανία, ηλεκτροπαραγωγή) για μικτή καύση του SRF → μικρό κόστος επένδυσης, επωφελείς οικονομίες κλίμακας

## Ανησυχίες

- Συνεχής ποιοτικός έλεγχος καυσίμου, πιθανοί ρυπαντές στο SRF (Cl, Βαρέα μέταλλα)

Καύσιμο	Θερμογόνος ικανότητα (MJ/kg)	Συνολικός συντελεστής εκπομπών CO <sub>2</sub> (tn CO <sub>2</sub> /GWh)	Συνολικός συντελεστής εκπομπών CO <sub>2</sub> tn CO <sub>2</sub> /tn καυσίμου	Βιογενές κλάσμα (%)	Συντελεστής εκπομπών CO <sub>2</sub> με τη θεώρηση του βιογενούς κλάσματος tn CO <sub>2</sub> /GWh
Λιγνίτης	7.8	382,12	828	0%	382.12
Λιθάνθρακας	30	329,56	2.746	0%	329.56
Πετρέλαιο	35,4	266,4	2.620	0%	266,4
Φυσικό αέριο	31,7	201,6	1.775	0%	201,6
<b>RDF</b>	<b>12.9</b>	<b>374.82</b>	<b>1.340</b>	<b>51.71%</b>	<b>181</b>



# Παραγωγή στερεών ανακτηθέντων καυσίμων

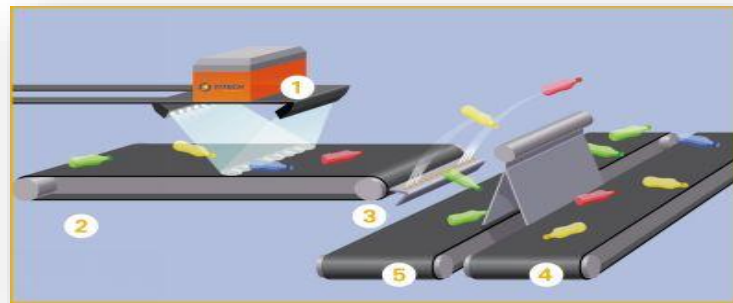
## Κύρια στάδια της διαδικασίας παραγωγής ανακτηθέντων καυσίμων

Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών (Material Recycling Facilities)

Μηχανικής και Βιολογικής Επεξεργασίας (Mechanical and Biological Treatment)

- Κοσκίνισμα
- Μείωση μεγέθους (άλεση σε διαφόρους τύπους μύλων)
- Μηχανικός διαχωρισμός (αεροδιαχωρισμός, βαλλιστικός διαχωρισμός)
- Διαχωρισμός με οπτικές μεθόδους (NIR)
- Ανάμιξη διαφορετικών ρευμάτων ομογενοποίηση
- Ξήρανση και πελλετοποίηση – (Προαιρετικό)

ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΑ



Οργανικό κλάσμα

Αερόβια  
χώνευση

Αναερόβια  
χώνευση

Στερεό Ανακτηθέν Καύσιμο  
(Refuse Derived Fuel)







# Μονάδες μηχανικής διαλογής/ΚΔΑΥ





# Μονάδες Ενεργειακής αξιοποίησης μεγάλης κλίμακας

Πηγή: Martin Gmbh



ΜΗΚW Mainz, Γερμανία

## Mainz, Γερμανία

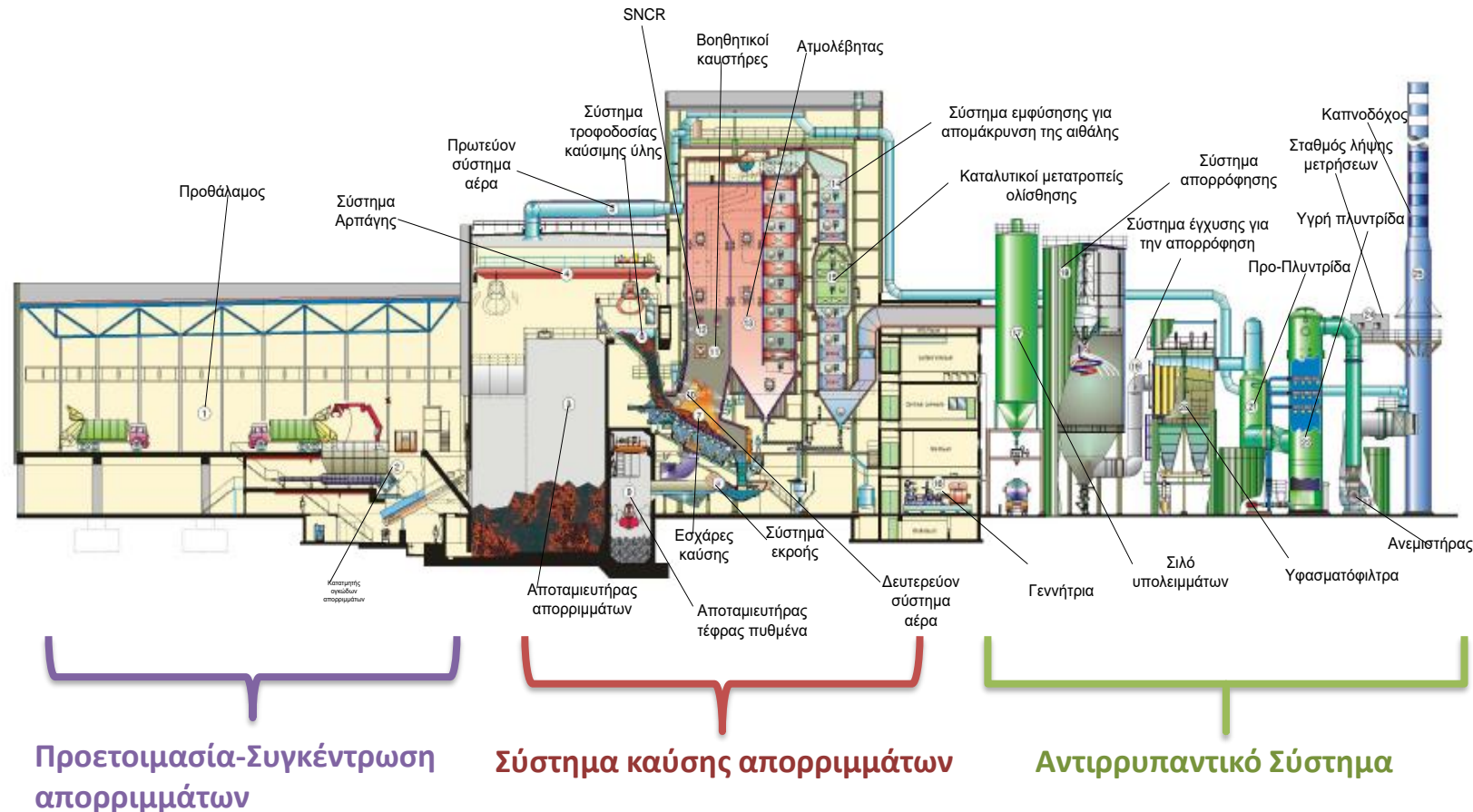
1 γραμμή καύσης με εσχάρες

Θερμική ισχύς : 48 MW<sub>th</sub>

Ροή απορριμμάτων: 142.000tn/y (17,8 tn/h)

### Βασικές αρχές για την καύση απορριμμάτων

- Μικρότερη δυνατή θερμοκρασία: 850°C με χρόνο παραμονής 2 δευτερόλεπτα.
- Στην περίπτωση στην οποία η κατά βάρος σύσταση των απορριμμάτων περιλαμβάνει πάνω από 1% Χλώριο, η ελάχιστη θερμοκρασία στην οποία θα πρέπει να παραμείνει το καυσαέριο για τουλάχιστον 2 δευτερόλεπτα είναι 1100° C





# Σύστημα αντιρρύπανσης σε μονάδες ενεργειακής αξιοποίησης

Συστατικό	Μέθοδος καθαρισμού	Αποδοτικότητα
Σωματίδια	Ηλεκτροστατικά φίλτρα Σακκόφιλτρα	99% 99.9%
Όξινα συστατικά HCL, HF, SO <sub>x</sub>	Ξηρό σύστημα (σακκόφιλτρο): Ca(OH) <sub>2</sub> , ενεργός άνθρακας ημι- ξηρό σύστημα (σακκόφιλτρο): αιώρημα του ύδατος και Ca(OH) <sub>2</sub> , ενεργός άνθρακας πολύβαθμο σύστημα υγρής απομάκρυνσης : ύδωρ, NaOH ή/και Ca(OH) <sub>2</sub>	HCl 98%, SO <sub>2</sub> 85%  HCl 95-98%, SO <sub>2</sub> 85-90%  HCl 99%, HF 95%, SO <sub>2</sub> >90%
NO <sub>x</sub>	SNCR: αμμωνία Ουρία (Uria) SCR: αμμωνία Ενεργός άνθρακας	40-65% 60-75% 80-90% 40-60%
PCDD/DF	Ενεργός άνθρακας: στατική κλίνη Επικαλούμενο 'flugstrom' Καταλυτική οξειδωση σε SCR ή μεμομωμένα	>99.9% >99.5% 97-99%
Υδράργυρος	Συστήματα ενεργού άνθρακα Χρήση προσθέτων (NaClO <sub>2</sub> , Na <sub>2</sub> S, SE, TMT, FeCl <sub>3</sub> )	98% 90-99%



# Μονάδες Ενεργειακής αξιοποίησης μικρής κλίμακας

Ενδεικτικό εύρος δυναμικότητας μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης  
μικρής Κλίμακας στην Ευρώπη: 30,000-80,000 tn



**Isle of White**  
Τοποθεσία: Ηνωμένο Βασίλειο  
Έτος κατασκευής: 2009  
Χωρητικότητα: 30,000 τν/έτος  
Παραγόμενη ετήσια ηλεκτρική ενέργεια:  
15.7GWh



**Sarpsborg II**  
Τοποθεσία: Νορβηγία  
Έτος κατασκευής: 2010  
Χωρητικότητα: 78,000 τν/έτος  
Παραγόμενη θερμική ετήσια ενέργεια:  
256GWh

## Μικρής κλίμακας

Οι εγκαταστάσεις μπορούν να ξεκινήσουν από πολύ μικρή κλίμακα με σκοπό την κάλυψη μεγάλου εύρους όγκου των απορριμμάτων που επεξεργάζονται

## Δυνατότητα Επέκτασης

Εγκατάσταση τυποποιημένων τμημάτων  
Δυνατότητα λειτουργίας περισσότερων παράλληλων γραμμών επεξεργασίας  
Δυνατότητα επέκτασης βάσει της απαιτούμενης χωρητικότητας

## Χωρητικότητα

Μονάδες αεριοποίησης δυναμικότητας 5 - 6tn/h  
Εγκαταστημένη ισχύς λέβητα σε τυποποιημένα μεγέθη: 13.5 και 16.5 MW (ενδεικτικές τιμές)

## Ευελιξία

Μεγάλο εύρος χωρητικότητας  
Επεξεργασία διαφορετικού είδους καυσίμου (παράμετροι: θερμογόνος ικανότητα και σύσταση απορριμμάτων)  
Τεχνολογία: Διαστασιολόγηση βάσει της κάθε περίπτωσης



# Ενδεικτικές μονάδες Ενεργειακής Αξιοποίησης

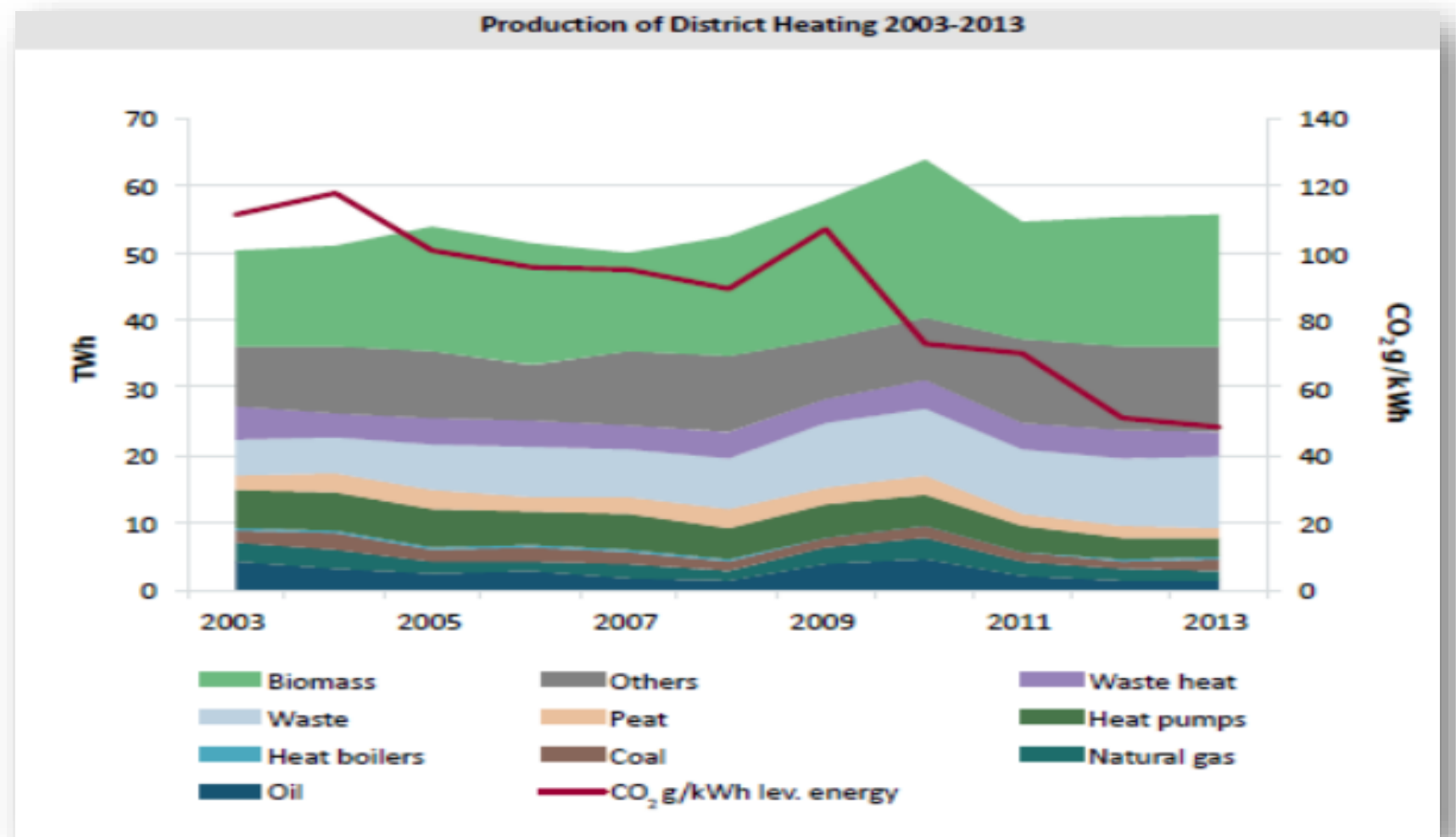
Plant	Thermal power	Through-put	LCV	Grate area	Grate width	Grate length	Commis-sioned
<b>ANO Bremen, lines 2+3</b>	43 MW	15 t/h	8 – 15 MJ/kg (household waste)	48.6 m <sup>2</sup> (W: 1+2, A: 3)	4.5 m (2 tracks)	10.8 m	2003
<b>ANO Bremen, line 1</b>	71.5 MW	24.6 t/h	8 – 15 MJ/kg (household waste)	75.6 m <sup>2</sup> (W: 1+2, A: 3)	7.0 m (2 tracks)	10.8 m	2005
<b>CHP power plant Bremen-Blumenthal</b>	30 MW	10 t/h	10 – 20 MJ/kg (RDF)	39.4 m <sup>2</sup> (W: 1-3)	4.15 m (1 track)	9.5 m	2005
<b>ANO Bremen, line 4</b>	70 MW	22 t/h	8 – 15 MJ/kg (household waste)	70.2 m <sup>2</sup> (W: 1-3)	6.5 m (2 tracks)	10.8 m	2007
<b>Moscow, lines 1+2</b>	47 MW	22.5 t/h	4.8 – 12 MJ/kg (household waste)	94.8 m <sup>2</sup> (A: 1-3)	7.9 m (2 tracks)	12.0 m	2008
<b>Stavenhagen, line 1</b>	52 MW	14.5 t/h	11 – 18 MJ/kg (RDF)	45.7 m <sup>2</sup> (W: 1-3)	4.97 m (2 tracks)	9.2 m	2007
<b>EVI Europark, lines 1+2</b>	76 MW	22.8 t/h	8 – 15 MJ/kg (household waste)	83.2 m <sup>2</sup> (W: 1+2, A: 3)	8.32 m (3 tracks)	10.0 m	2007
<b>Prokon Weener, line 1</b>	70 MW	21 t/h	11 – 18 MJ/kg (RDF)	74.2 m <sup>2</sup> (W: 1-3)	6.87 m (2 tracks)	10.8 m	2007
<b>MKK Bremen, line 1</b>	121 MW	36 t/h	11 – 18 MJ/kg (RDF/household waste)	120.6 m <sup>2</sup> (W: 1-3)	11.17 m (3 tracks)	10.8 m	2009
<b>Oostende, line 1</b>	70 MW	21 t/h	11 – 18 MJ/kg (RDF)	74.2 m <sup>2</sup> (W: 1-3)	6.87 m (2 tracks)	10.0 m	2009
<b>Bitterfeld, line 1</b>	56 MW	16.8 t/h	11 – 18 MJ/kg (RDF)	59.2 m <sup>2</sup> (W: 1-3)	5.92 m (2 tracks)	10.8 m	2009
<b>Prokon Stade, line 1</b>	75 MW	21 t/h	11 – 18 MJ/kg (RDF)	74.2 m <sup>2</sup> (W: 1-3)	6.87 m (2 tracks)	10.8 m	2009
<b>EAB Bernburg, lines 1-3</b>	67 MW	21 t/h	11 – 18 MJ/kg (RDF)	74.2 m <sup>2</sup> (W: 1+2; A: 3)	6.87 m (2 tracks)	10.8 m	2010
<b>Spremberg, line 1</b>	110 MW	31 t/h	8 – 18 MJ/kg (RDF)	120.6 m <sup>2</sup> (W: 1-3)	11.17 m (3 tracks)	10.8 m	2012
<b>Samsung, Suwon City, Korea, 1 line</b>	17.25 MW	2.917 t/h	15.4 – 23.4 MJ/kg (RDF + Electronic waste)	20.9 m <sup>2</sup> (W: 1-3)	2.375 m (1 track)	8.8 m	2013
<b>Samsung, Cheonan City, Korea, 1 line</b>	29.06 MW	8.33 t/h	7.12 – 13.82 MJ/kg (RDF + Municipal solid waste)	41.0 m <sup>2</sup> (W: 1-2; A: 3)	3.8 m (1 track)	10.8 m	2014
<b>Spittelau, lines 1+2</b>	45 MW	16 t/h	7 – 15 MJ/kg (household waste)	62.0 m <sup>2</sup> (A: 1-3)	5.74 m (2 tracks)	10.8 m	2014/15
<b>WTE Plant Szczecin, Poland, lines 1+2</b>	29.17 MW	10 t/h	8 – 13 MJ/kg (RDF)	43.8 m <sup>2</sup> (A: 1-3)	4.06 m (2 tracks)	10.8 m	2017

W: water-cooled A: air-cooled

Πηγή:  
MHPS Europe  
Mitsubishi Hitachi Power Systems



# Παραγωγή τηλεθέρμανσης-το παράδειγμα της Σουηδίας



Πηγή: Euroheat & Power

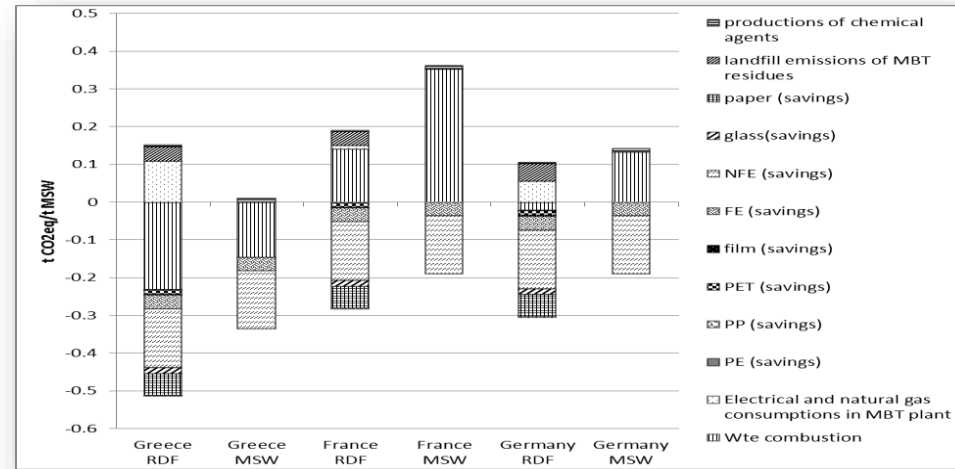
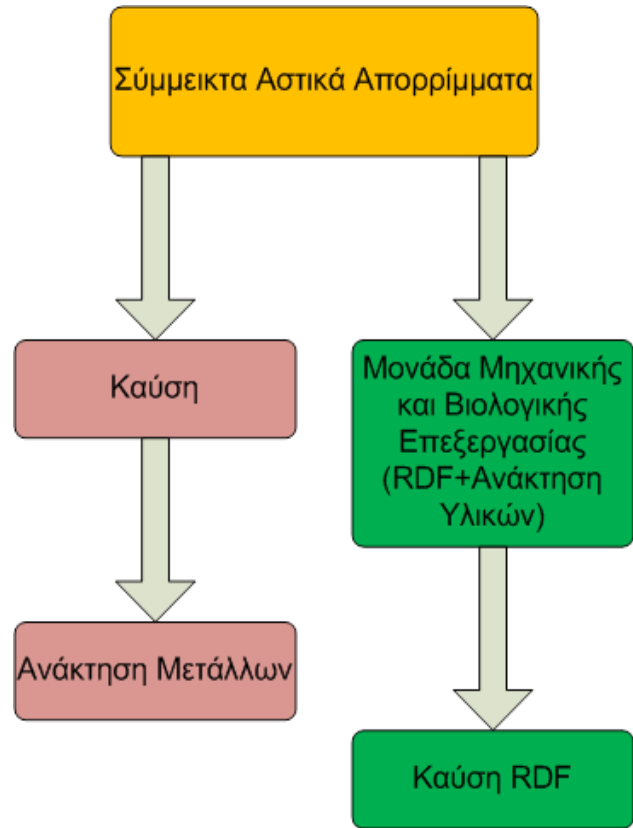


# N. 4414/2016

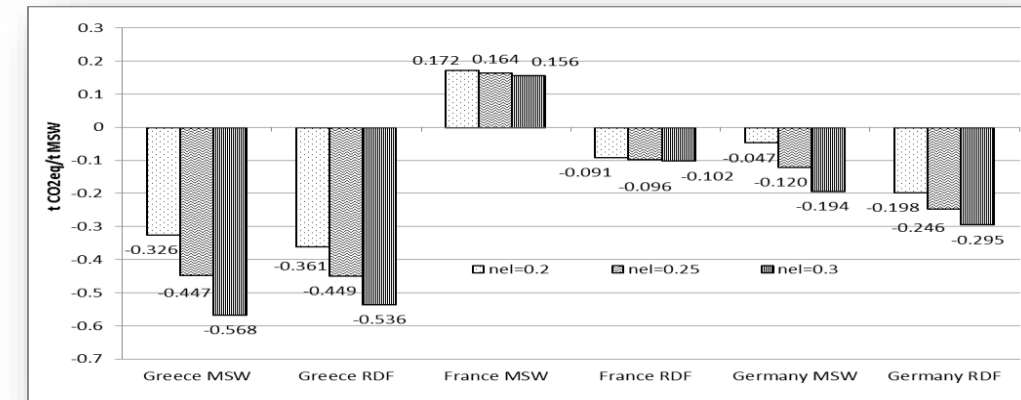
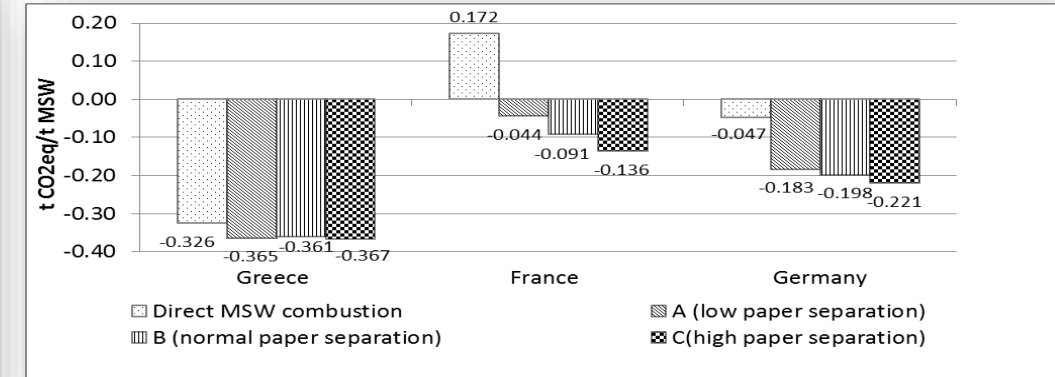
Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από:	Εγκατεστημένη ισχύς (MW)	T.A (€/MWh)
Βιομάζα (ή βιορευστά) που αξιοποιείται μέσω θερμικών διεργασιών (καύση, πυρόλυση) εκτός αεριοποίησης, από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ < 1MW (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)	< 1MW	184
Βιομάζα (ή βιορευστά) που αξιοποιείται μέσω διεργασίας αεριοποίησης από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ < 1MW (εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)	< 1MW	193
Βιομάζα (ή βιορευστά) που αξιοποιείται μέσω θερμικών διεργασιών (καύση, αεριοποίηση, πυρόλυση), από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ από 1MW έως και < 5MW( εξαιρουμένου του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων)	1MW έως και < 5MW >5MW	162 149
Αέρια εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής και εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και βιοαέριο που προέρχεται από την αναερόβια χώνευση του βιοαποδομήσιμου κλάσματος αποβλήτων και την οργανική ιλύ/λάσπη βιολογικών καθαρισμών και αξιοποιούνται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ<2MW	<2MW >2MW	129 106
Βιοαέριο που προέρχεται από την αναερόβια χώνευση βιομάζας (ενεργειακών καλλιεργειών, ενσιρωμάτων χλωρής νομής γεωργικών καλλιεργειών, κτηνοτροφικών και αγροτοβιομηχανικών οργανικών υπολειμμάτων και αποβλήτων, αποβλήτων βρώσιμων ελαίων και λιπών, ληγμένων τροφίμων) και αξιοποιείται από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ <3MW	<3MW >3MW	225 204
Λοιπές Α.Π.Ε. (συμπεριλαμβανομένων και των σταθμών ενεργειακής αξιοποίησης του βιοαποικοδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων μη εντασσόμενων σε άλλη κατηγορία του πίνακα, που πληρούν τις προδιαγραφές της Ευρωπαϊκής νομοθεσίας όπως εκάστοτε αυτές ισχύουν)		90



# Εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων μέσω μοντέλων AKZ (1)



Σύγκριση καύσης ΑΣΑ και καύσης SRF για ηλεκτροπαραγωγή βάσει των αρχών της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής σχετικά με τη συνολική επίδρασή τους στο φαινόμενο του θερμοκηπίου

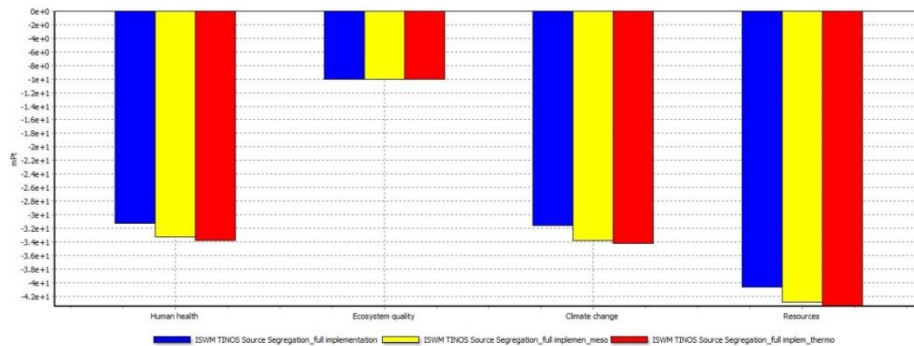
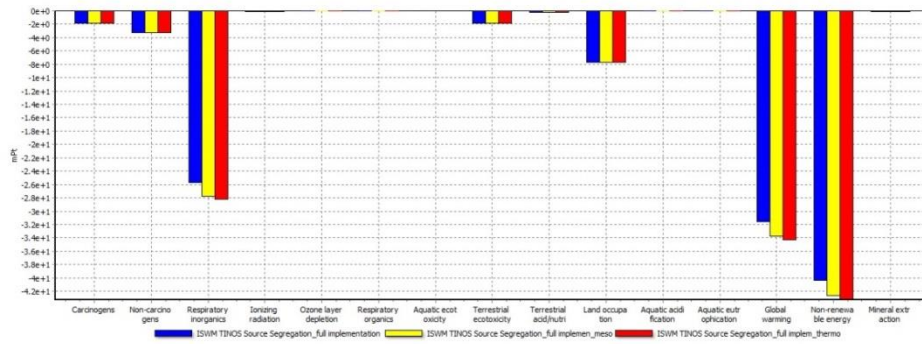






# Εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων μέσω μοντέλων AKZ (2)

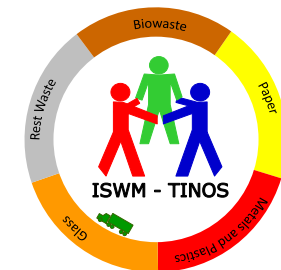
## Σύγκριση κομποστοποίησης-αναεροβιας χώνευσης



Impact category	Unit	IT full compo	IT full meso	IT full thermo
Carcinogens	kg C2H3Cl eq	-4.96382	-5.00496	-5.01528
Non-carcinogens	kg C2H3Cl eq	-8.47161	-8.49798	-8.50477
Respiratory inorganics	kg PM2.5 eq	-0.26182	-0.28213	-0.28705
Ionizing radiation	Bq C-14 eq	6579.04280	-6638.79139	-6654.37837
Ozone layer depletion	kg CFC-11 eq	-0.00001	-0.00001	-0.00001
Respiratory organics	kg C2H4 eq	-0.07305	-0.07397	-0.07421
Aquatic ecotoxicity	kg TEG water	18811.67859	-18844.98185	-18853.51459
Terrestrial ecotoxicity	kg TEG soil	3337.58805	-3355.01870	-3359.37150
Terrestrial acid/nutrient	kg SO2 eq	-4.37573	-4.53196	-4.55450
Land occupation	m2org.arable	-98.28818	-98.28874	-98.28888
Aquatic acidification	kg SO2 eq	-1.27447	-1.34927	-1.36708
Aquatic eutrophication	kg PO4 P lim	0.02388	0.23876	0.21931
Global warming	kg CO2 eq	-313.84845	-335.59954	-340.07693
Non-renewable energy	MJ primary	6156.29982	-6494.16399	-6578.37981
Mineral extraction	MJ surplus	-36.98672	-36.98683	-36.98687

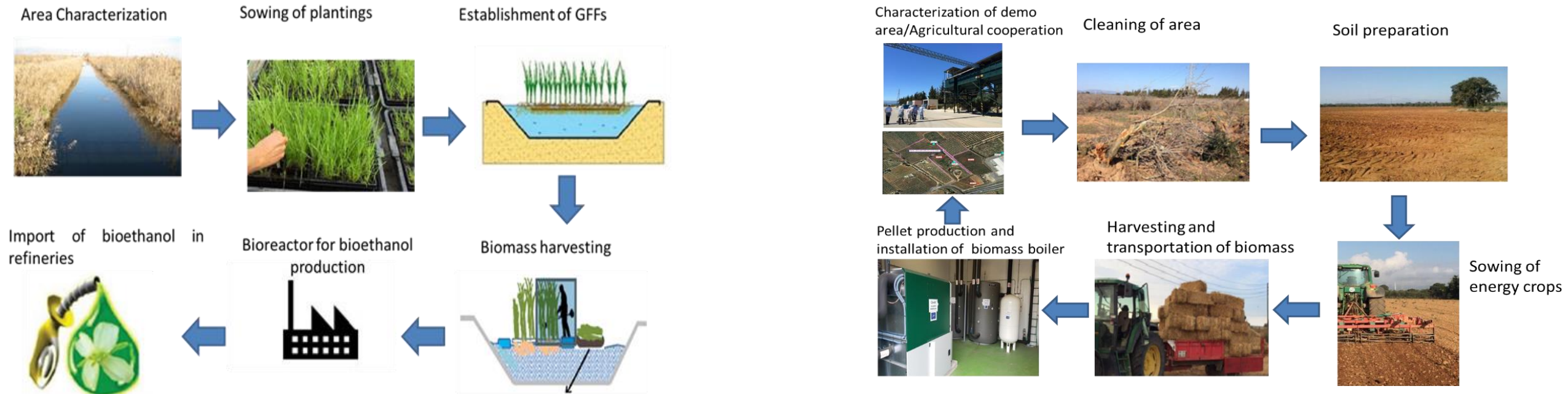
Compost-Mesophilic  
21.76 kg CO2eq/t waste

Compost-Thermophilic  
26.23 kg CO2eq/t waste





# Βιομάζα και Κυκλική Οικονομία: Ενδεικτικά έργα ΙΤΕΣΚ/ΙΔΕΠ



LIFE16 BIOMASS C+  
CCM/GR/00044



LIFE13 COOP 2020  
ENV/ES/01513



Ευχαριστώ για την προσοχή σας!



**Δημήτρης Κουρκούμπας**  
**MSc Μηχανολόγος Μηχανικός**  
**Email: [kourkoumpas@certh.gr](mailto:kourkoumpas@certh.gr)**  
**Tel.: + 30 211 1069517**  
**Skype: dkourkoumpas**