



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΜΟΝΑΔΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΒΙΟΑΠΟΒΛΗΤΑ ΚΑΙ ΟΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥΣ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ

ΜΑΡΙΑ ΛΟΪΖΙΔΟΥ
ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΕΜΠ

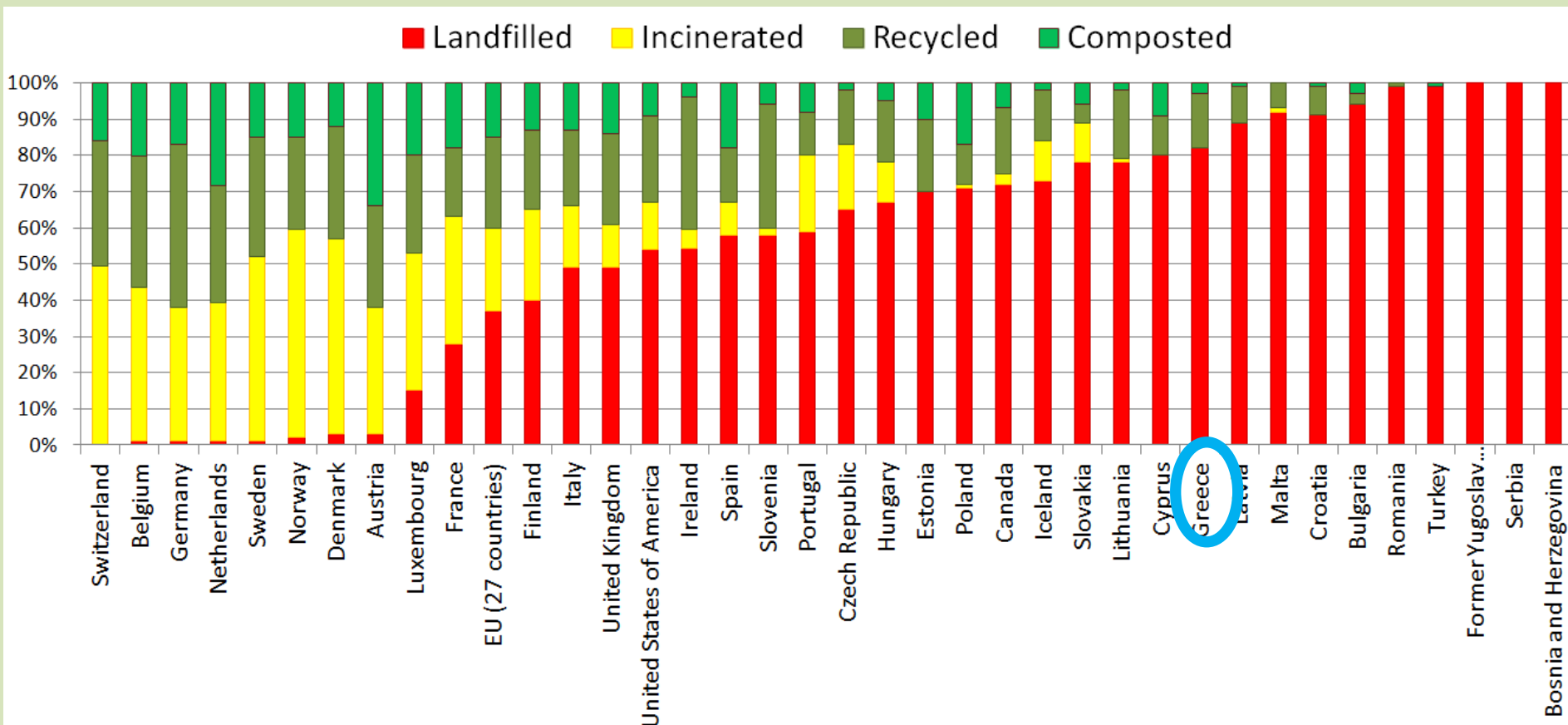
Ενεργειακή Αξιοποίηση Αποβλήτων στο Πλαίσιο μιας
Ολοκληρωμένης Αειφόρου Διαχείρισης

Αθήνα, 15 Ιανουαρίου 2016

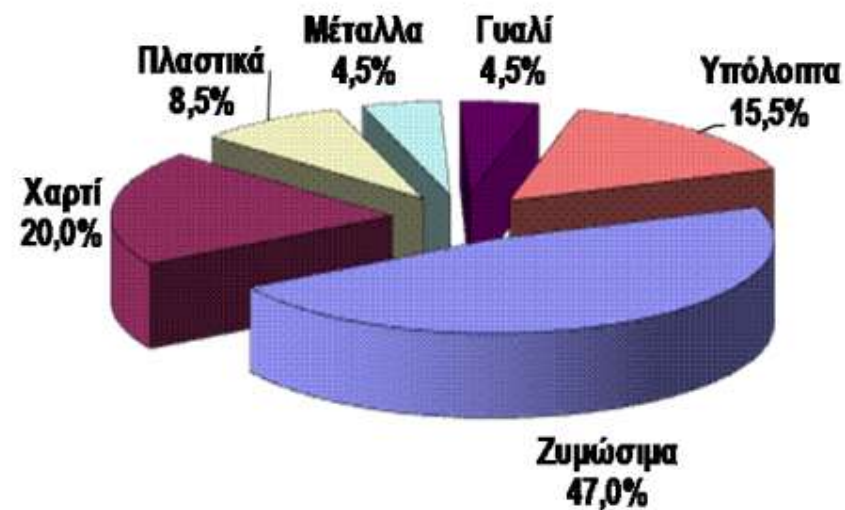
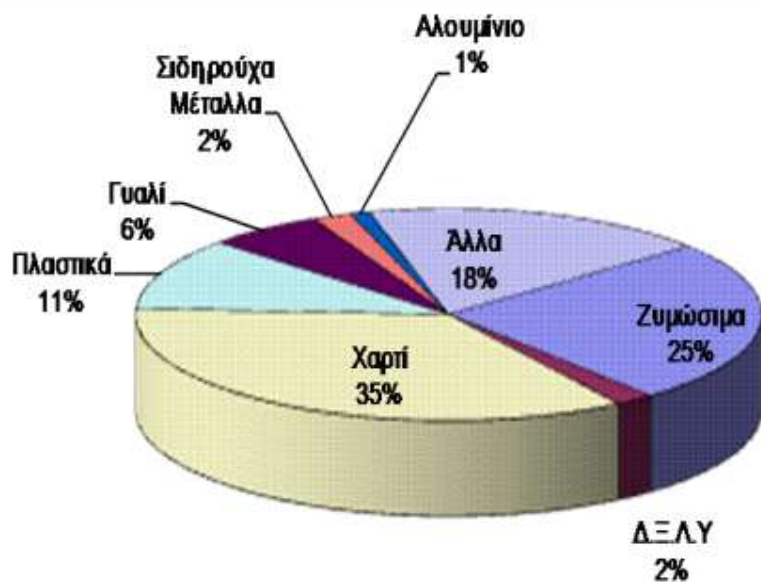
Απορρίμματα και Φυσικοί Πόροι

- ❖ Στην Ευρωπαϊκή Ένωση κάθε χρόνο:
 - Καταναλώνουμε περίπου **7.3 δισ.** τόνους φυσικών πόρων
και
 - Παράγουμε περίπου **2.7 δισ.** τόνους αποβλήτων,
 - Εκ των οποίων μόλις το **40%** επαναχρησιμοποιείται ή ανακυκλώνεται, με το υπόλοιπο να καταλήγει για ταφή ή καύση.

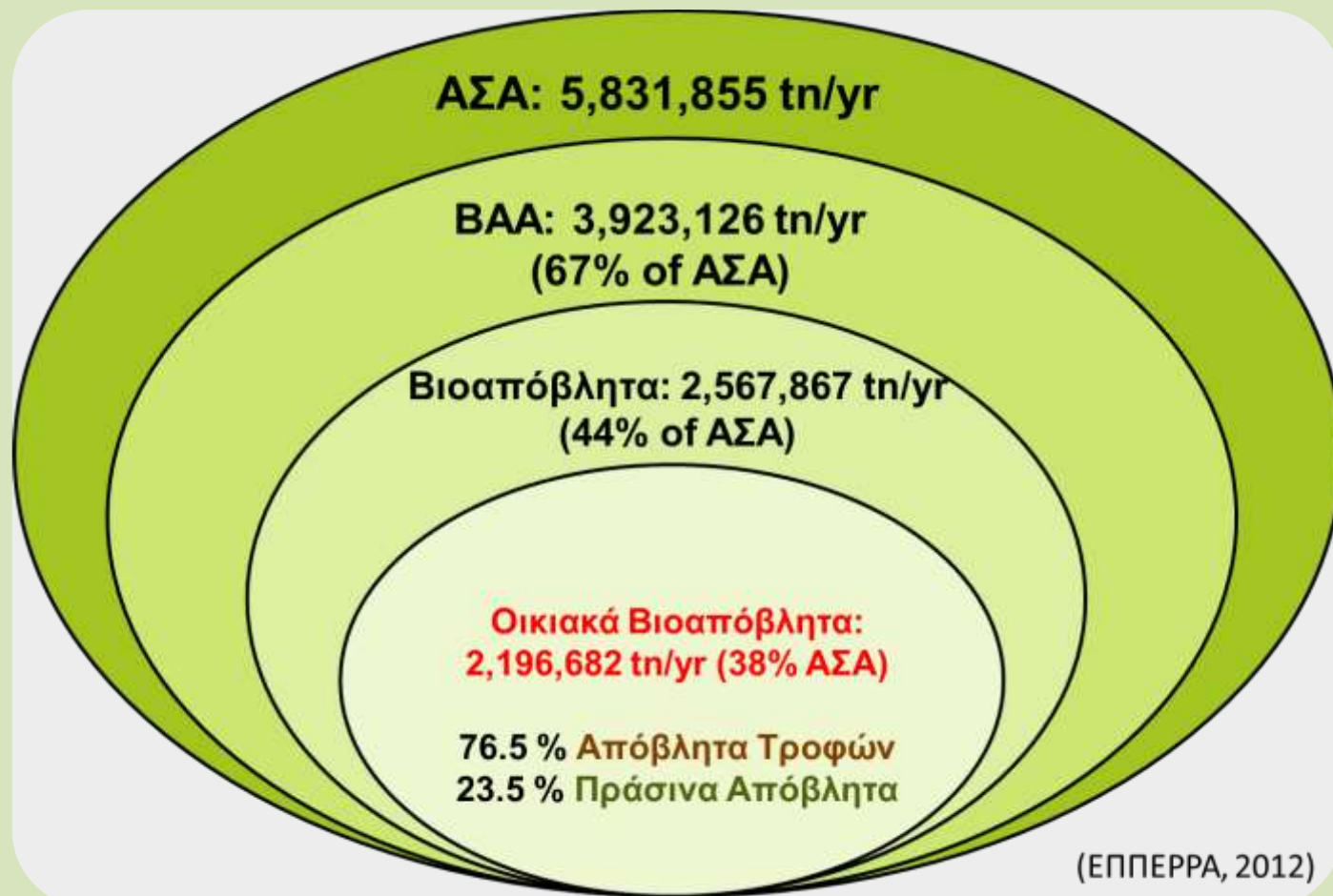
Διαχείριση ΑΣΑ στην ΕΕ (Στοιχεία 2013)



Σύσταση ΑΣΑ στην ΕΕ και την Ελλάδα



Ποσότητα Βιοαποβλήτων στην Ελλάδα



(ΕΠΠΕΡΡΑ, 2012)

Ελαχιστοποίηση στην

Εξαγωγή
πρώτων υλών

Οικολογικός
Σχεδιασμός
προϊόντων

Παραγωγή
προϊόντων

Διανομή
προϊόντων

Χρήση
προϊόντων

Διαλογή στην Πηγή &
χωριστή συλλογή
απορριμμάτων



Ταφή
απορριμμάτων

**Αποδοτικότητα των
πόρων
& κυκλική οικονομία**

Απαιτήσεις Νομοθεσίας για τα ΒΑΑ

- Το νέο **ΕΣΔΑ** έχει στρατηγική για μείωση των Βιοαποδομήσιμων Αστικών Αποβλήτων (ΒΑΑ), τα οποία προορίζονται για υγειονομική ταφή (ΧΥΤ). Η χώρα δεσμεύεται για τη μείωση της ποσότητας ΒΑΑ που προορίζεται να διατίθεται σε ΧΥΤ, η οποία βαίνει σταδιακά μειούμενη μέχρι το 2020.
- Στο πλαίσιο του ΕΣΔΑ, προωθείται σχεδιασμός δικτύων χωριστής συλλογής βιοαποβλήτων με ενθάρρυνση περαιτέρω μεγιστοποίησης για το έτος 2020, στο 40% των παραγόμενων βιοαποβλήτων.

Προτεινόμενες Ενέργειες για Μείωση Ποσότητας ΒΑ που Οδηγούνται στους ΧΥΤΑ

Δίκτυο	Ενέργειες
Ξεχωριστό δίκτυο συλλογής ή Πράσινα Σημεία	Δημιουργία Πράσινων Σημείων τουλάχιστον ένα ανά Δήμο, στα οποία θα πραγματοποιείται και χωριστή συλλογή των βιοαποβλήτων
Επιτόπια/ οικιακή κομποστοποίηση	Οργάνωση και σταδιακή προώθηση με στοχευμένες δράσεις της κομποστοποίησης στο σπίτι και της επιτόπιας μηχανικής κομποστοποίησης σε πανελλαδικό επίπεδο, θέτοντας κατ' ελάχιστο 3% εκτροπή βιοαποβλήτων έως το 2020. Βελτίωση αποτελεσμάτων επιτόπιας εκτροπής των οργανικών αποβλήτων των νοικοκυριών στις αγροτικές περιοχές για την απευθείας χρήση τους ως ζωστροφή.
Εκτροπή αποβλήτων βρώσιμων λιπών και ελαίων	Μεγιστοποίηση επιπέδων εκτροπής των “διαθέσιμων για συλλογή” αποβλήτων βρώσιμων λιπών και ελαίων, στοχεύοντας στο 75% έως το 2020.
Χωριστή συλλογή και ανάκτηση βιοαποβλήτων σε μονάδες επεξεργασίας προδιαλεγμένων οργανικών αποβλήτων	Πλήρης αξιοποίηση των τυχόν σχεδιαζόμενων μονάδων επεξεργασίας προδιαλεγμένων οργανικών αποβλήτων των υφιστάμενων περιφερειακών σχεδιασμών και σχεδιασμός νέων σε επίπεδο Δήμου ή νομού (Π.Ε.). Μετατροπή ή προσθήκη γραμμών για προδιαλεγμένα οργανικά απόβλητα στις υφιστάμενες μονάδες επεξεργασίας υπολειπόμενων σύμμεικτων ΑΣΑ.

Βιοκαύσιμα-Νομοθετικό Πλαίσιο (1/3)

1. **Renewable Energy Directive (2009/28/EC)**
2. **Fuel Quality Directive (2009/30/EC)**
3. **Directive to reduce indirect land use change for biofuels and bioliquids ((EU)2015/1513)**

Η οδηγία [2009/28/EK](#) εισάγει νέο στόχο για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στον τομέα των μεταφορών:

-10% των καυσίμων μεταφορών, πρέπει να καλυφθεί από ΑΠΕ έως το 2020.

-Επιπλέον, η οδηγία εισάγει για πρώτη φορά στόχο μείωσης για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου προερχόμενες από τα καύσιμα.

Βιοκαύσιμα-Νομοθετικό Πλαίσιο (2/3)

Η παραγωγή βιοκαυσίμων από καλλιέργειες, περιορίζεται στο 7% πλέον. Το υπόλοιπο 3% θα προέρχεται από:

- Φύκη.
- Βιομάζα προερχόμενη από ΑΣΑ.
- Βιοαπόβλητα όπως ορίζονται στο άρθρο 3(4) της Οδηγίας 2008/98/ΕΚ.
- Βιομάζα προερχόμενη από βιομηχανίες, η οποία δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως τροφή οποιουδήποτε τύπου.

Βιοκαύσιμα-Νομοθετικό Πλαίσιο (3/3)

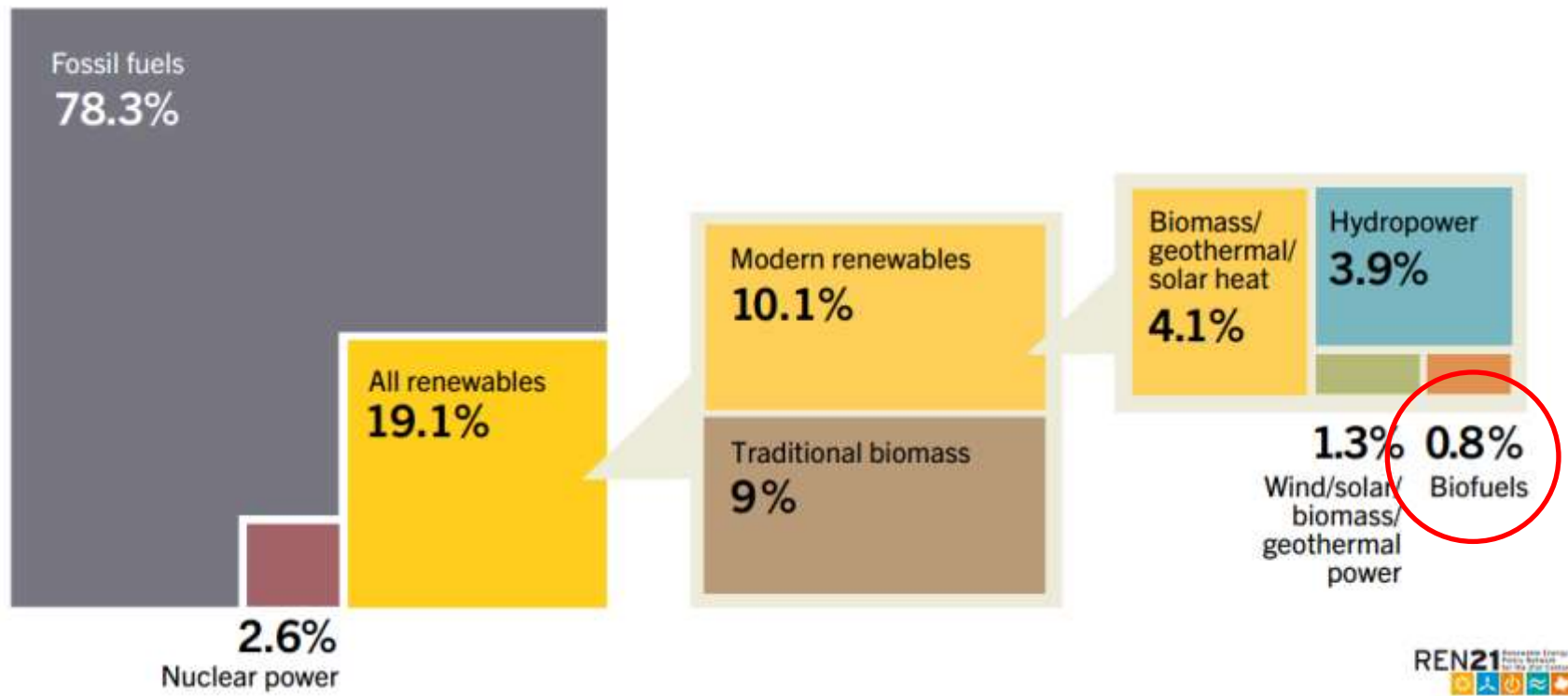
Η αναθεωρημένη οδηγία [2009/28/EK](#) ορίζει ότι ως το 2020 πρέπει να μειωθούν κατά 6% οι βλαβερές για το κλίμα εκπομπές. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί συγκεκριμένα με την πρόσμιξη των βιοκαυσίμων στη βενζίνη και το πετρέλαιο καθώς επίσης και με τη βελτίωση της τεχνολογίας παραγωγής στις εγκαταστάσεις διυλιστηρίων. Από το 2011, η βενζίνη θα μπορεί να περιέχει αιθανόλη έως και 10% (v/v).

1^{ης} Γενιάς - Τα βιοκαύσιμα προκύπτουν από σάκχαρα, λίπη ή άμυλο προερχόμενα απευθείας από καλλιέργειες ανταγωνιστικές ωστόσο προς τις διατροφικές καλλιέργειες.

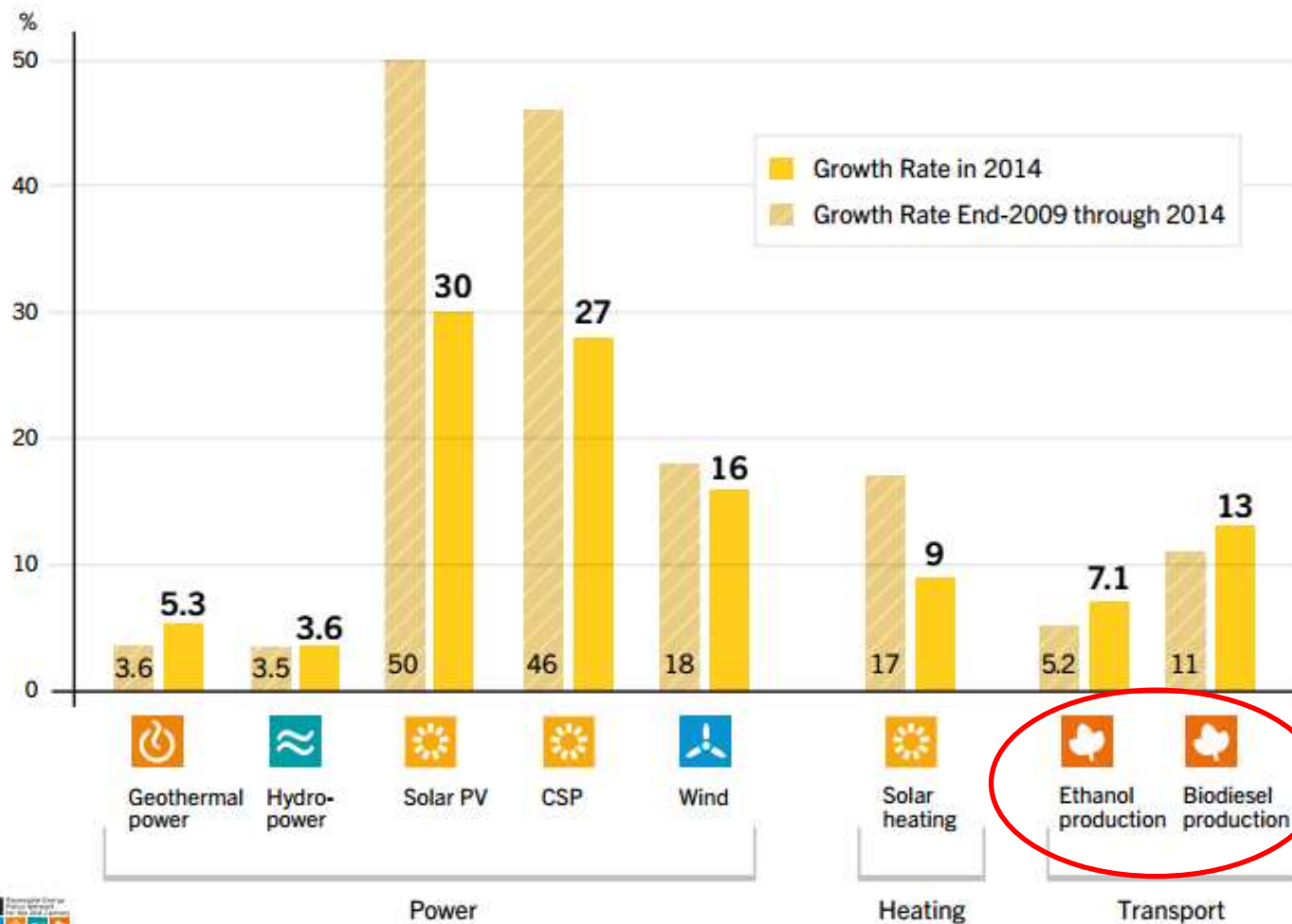
2^{ης} Γενιάς – Προέρχονται από την κυτταρίνη, ημικυταρρίνη, λιγνίνη. Αυτά περιλαμβάνουν αγροτικά ή αστικά απόβλητα τα οποία δεν σχετίζονται με διατροφικές καλλιέργειες.

3^{ης} Γενιάς - Τα βιοκαύσιμα προέρχονται από φύκια σύμφωνα με τα πρότυπα που ορίζει η οδηγία 2009/28/EK.

Μερίδιο Βιοκαυσίμων στην Παγκόσμια Κατανάλωση Ενέργειας (1/2)



Ποσοστά Ανάπτυξης Ανανεώσιμων Μορφών Ενέργειας

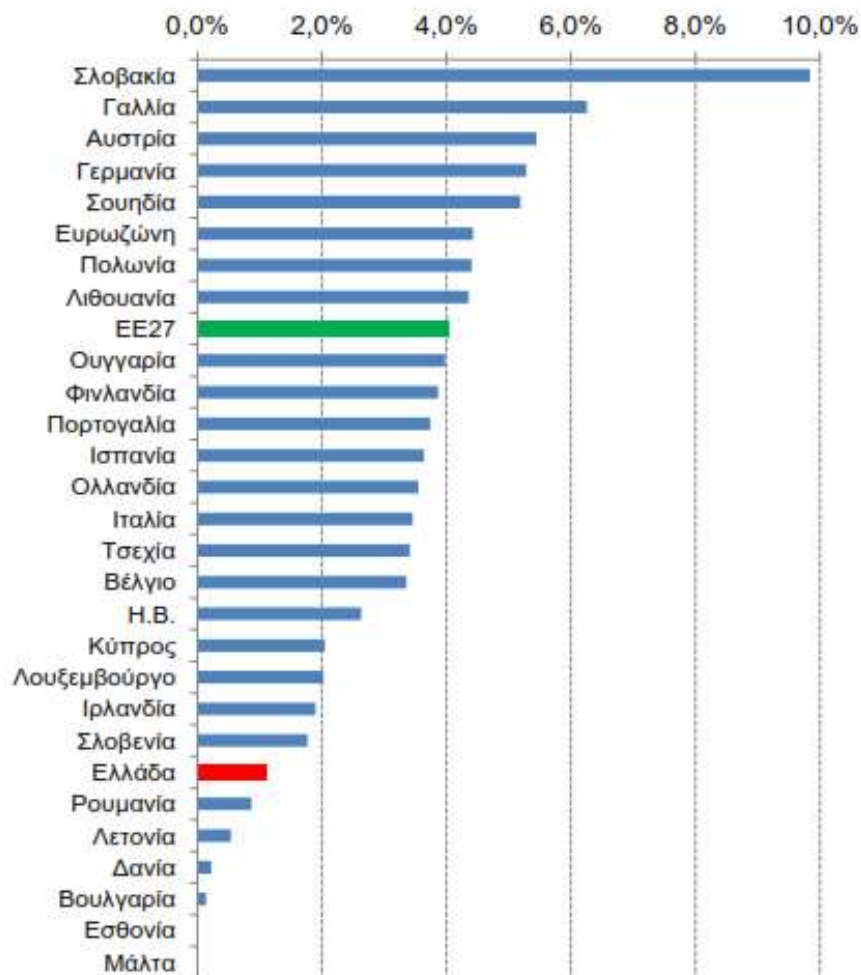


Παγκόσμια Παραγωγή Βιοκαυσίμων

COUNTRY	FUEL ETHANOL	BIODIESEL	HVO	TOTAL	CHANGE RELATIVE TO 2013
billion litres					
United States	54.3	4.7	1.1	60.1	+3.9
Brazil	26.5	3.4		29.9	+1.6
Germany	0.9	3.4		4.3	+0.6
China	2.8	1.1		3.9	+0.3
Argentina	0.7	2.9		3.6	+0.8
Indonesia	0.1	3.1		3.2	+0.9
France	1.0	2.1		3.1	+0.1
Netherlands	0.4	0.7	1.7	2.5	+0.2
Thailand	1.1	1.2		2.3	+0.4
Canada	1.8	0.3		2.1	+0.1
Belgium	0.6	0.7		1.3	+0.2
Spain	0.4	0.8		1.2	+0.1
Singapore	0	0	1.0	1.0	+0.1
Poland	0.2	0.8		1.0	+0.1
Colombia	0.4	0.6		1.0	no change
Australia	0.2	0.1		0.3	-0.1
EU-28	5.2	11.6	1.8	18.6	1.9
World	94	29.7	4	127.7	10.4

Αποτύπωση της Υπάρχουσας Κατάστασης Βιοκαυσίμων στην ΕΕ

Ποσοστό υποκατάστασης καυσίμων στην ΕΕ27, 2010



Ελλάδα

- 21^η θέση στην ΕΕ27 το 2010
- Υποχωρεί στην 23^η θέση το **2011**:
 - Αύξηση υποκατάστασης σε 1,9%
- Μηδενική η χρήση βιοαιθανόλης στην Ελλάδα (στοιχεία Eurostat) - όλο το βάρος της υποκατάστασης συγκεντρώνεται σήμερα στο βιοντίζελ
- Εντονότερη η αύξηση στα υπόλοιπα κράτη μέλη

Υπάρχουσα Αγορά Βιοκαυσίμων στην Ελλάδα

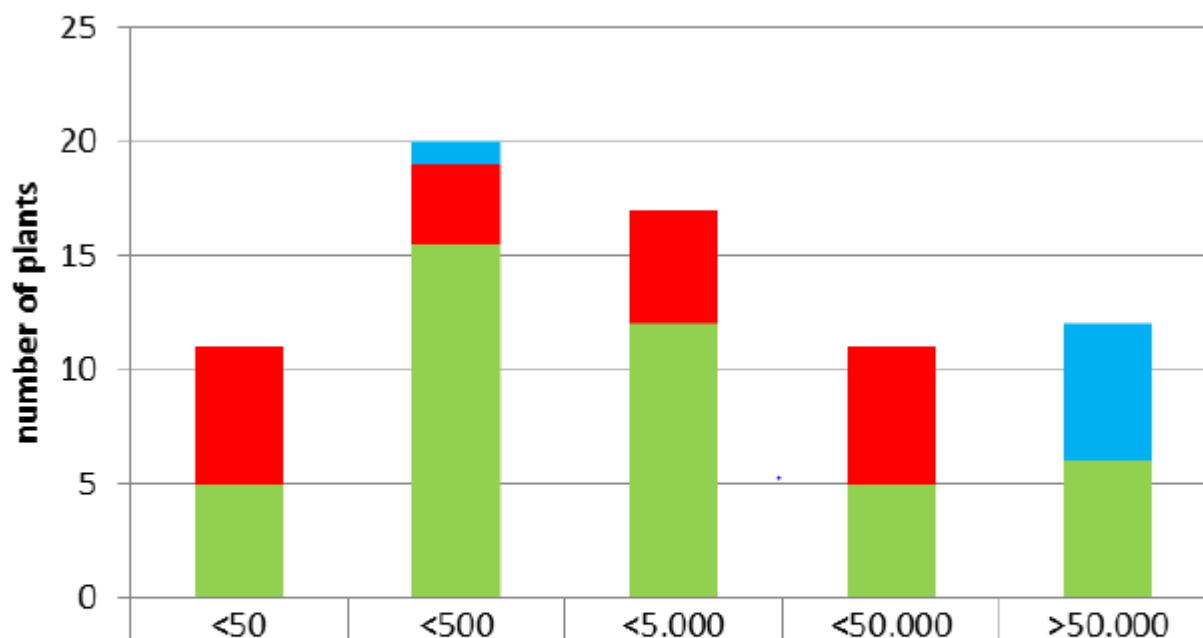
- Συνολικά διατιθέμενη ποσότητα βιοκαυσίμων στις μεταφορές (2005-2009):
 - **354.000 χιλιόλιτρα** βιοντίζελ σε σχέση με τα **516.000** του αρχικού στόχου (στοιχεία από Ετήσιες Εθνικές Εκθέσεις για την προώθηση της χρήσης καυσίμων)
- Σημαντικές οι καθυστερήσεις στη διάθεση βιοντίζελ
- **Εισαγωγές Βιοντίζελ**
 - Από 4,9% το 2006 ξεπέρασε το 11,4% το έτος 2010.
 - Φθηνότερες οι εισαγωγές
- **Βιοαιθανόλη:** Απουσία εγχώριας παραγωγής → Σχέδιο κάλυψης στόχου εξ' ολοκλήρου από εισαγωγές, αποτυχία εναλλακτικών λύσεων, μηδενική χρήση τελικά σύμφωνα με τη Eurostat
- Απουσία μακροχρόνιου προγραμματισμού: Καθορισμός ποσοτήτων αυτούσιου βιοντίζελ **ετησίως** βάσει των **προβλεπόμενων** ποσοτήτων κάτι που ισχύει έως και σήμερα

Εγκαταστάσεις Παραγωγής Βιοκαυσίμων στην Ε.Ε



Αριθμός Εγκαταστάσεων ανά Τεχνολογία στην ΕΕ

Number of plants in certain size ranges sorted by technology



Remark: The one biochemical - thermochemical pilot plant has been split.

n = 71 plants

output capacity in [t/y]

Συνήθεις Πηγές Παραγωγής Βιοκαυσίμων

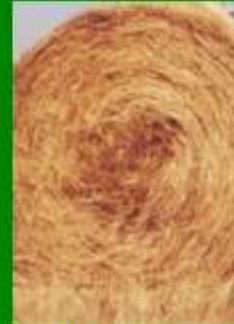
ENERGETIC FOREST CROPS



Poplar short rotation coppices



ANNUAL CROPS



Wheat straw



Corn stover



Sorghum

ENERGETIC AGRICULTURAL CROPS



Switchgrass



Miscanthus

BY-PRODUCTS



Woodchips



Bagasses

Είδη Βιομάζας και Εταιρίες Παραγωγής

Corn and cobs

Abengoa

DuPont

Pacific Ethanol

POET



Straw & grass

Abengoa

Chempolis

Dong Energy

Iogen

Mascoma



Wood

KL Energy

BlueFire

Lignol

Mascoma

SEKAB



MSW or Waste

INEOS Bio

BlueFire

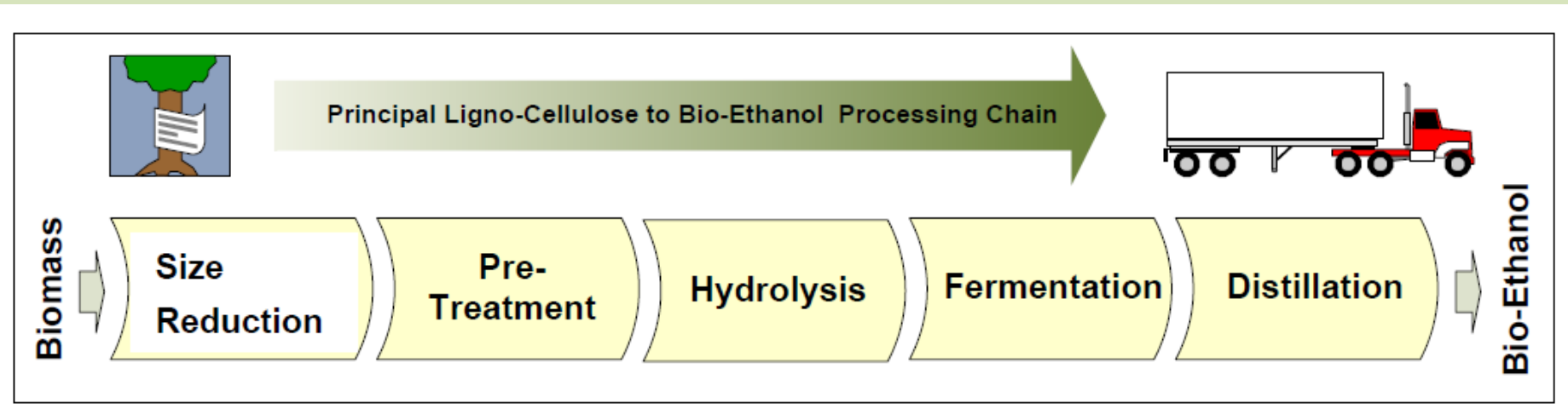
Fiberight

UPM/FibreEtOH

St1



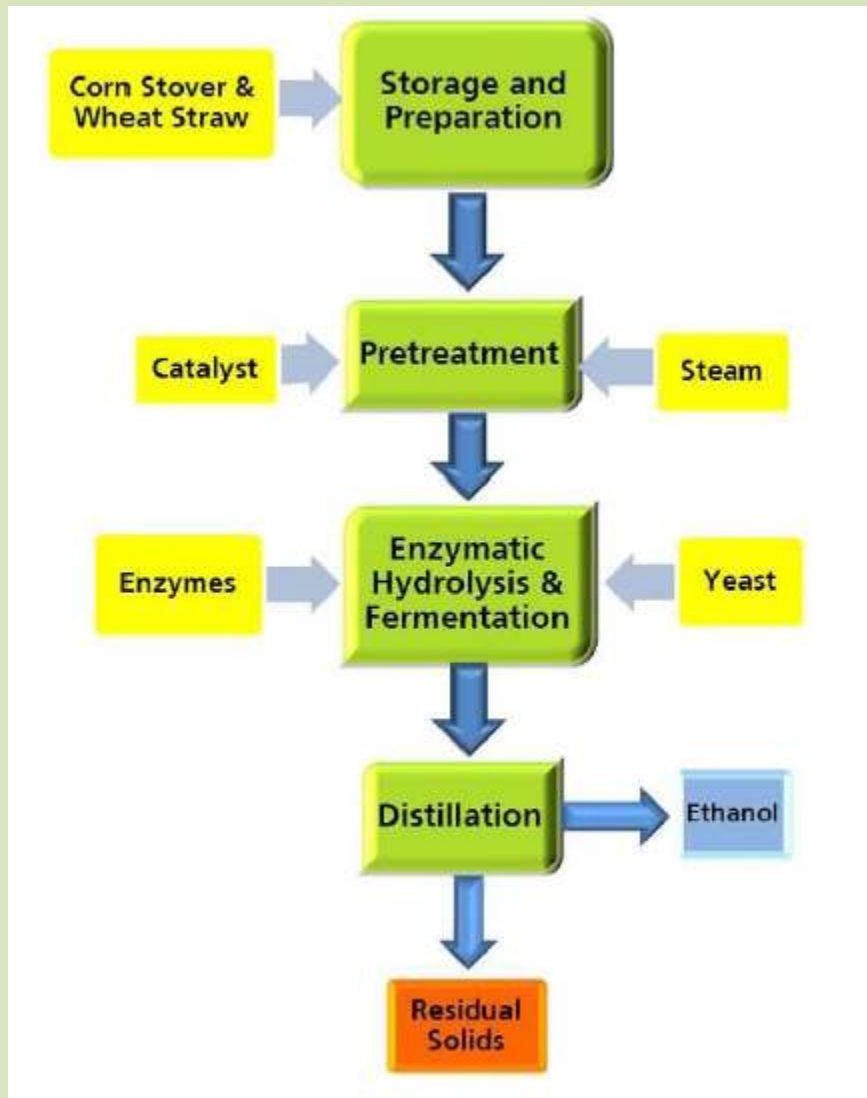
Μέθοδος Παραγωγής Βιοαιθανόλης



Ποσοστό Παραγωγής Αιθανόλης ανά Υπόστρωμα

Example Theoretical Ethanol Yields of Selected Feedstocks	
Feedstock	Theoretical Ethanol Yield (L/dry ton of feedstock)
Corn Grain	470.9
Corn Stover	427.7
Rice Straw	416
Cotton Gin Trash	215
Forest Thinnings	308.5
Hardwood Sawdust	381
Bagasse	422
Mixed Paper	439
Switchgrass*	366

Περιπτώσεις Υπαρχόντων Εγκαταστάσεων (Abengoa Bioenergía)



Η Abengoa Bioenergía έχει εγκαταστάσεις παραγωγής στις Ευρώπη, ΗΠΑ, Βραζιλία. Οι ποσότητες και τα είδη παραγωγής περιλαμβάνουν:

Bioethanol: 782 million gallon/year
Biodiesel: 60 million gallon/year
DDGS: 1,845,000 ton/yr
Sugar: 645,000 ton/year
Glycerine: 18,500 ton/yr
Electricity: 1.236 GWh



Περιπτώσεις Υπαρχόντων Εγκαταστάσεων

BornBiofuel Optimization

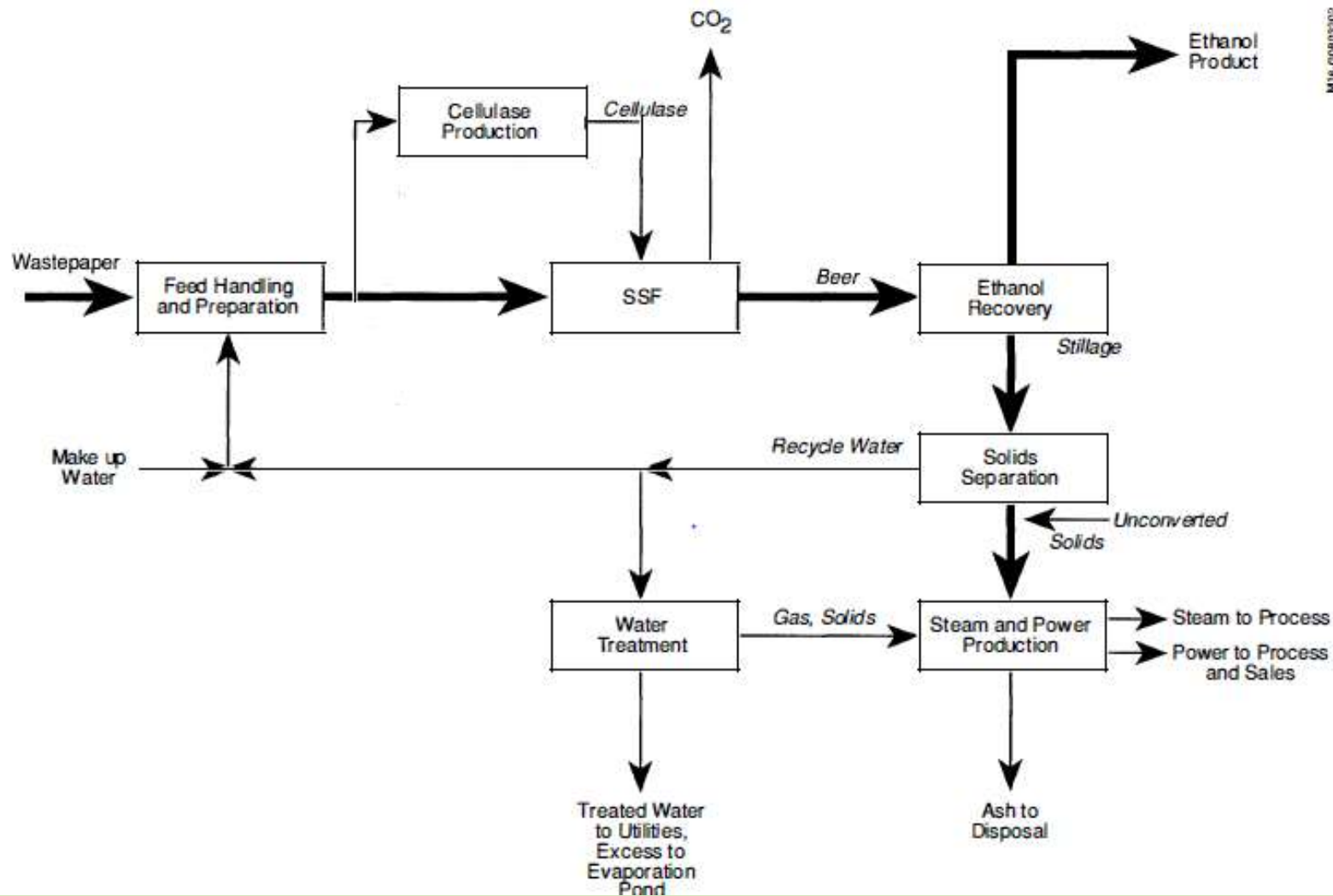
Project Owner	Aalborg University Copenhagen
Project Name	BornBiofuel optimization
Location	Copenhagen and Bornholm, Denmark
Technology	biochemical
Raw Material	lignocellulosics
Project Input	wheat straw, cocksfoot grass
Input Capacity	0.5 t/h
Product(s)	ethanol; biogas
Output Capacity	11 t/y; 40 L/d
Facility Type	Pilot
Investment	11 692 000 DKK
Project Funding	6 814 000 DKK
Status	operational
Start-up Year	2009
Contact Person	Hinrich Uellendahl, hu@bio.aau.dk , +45 9940 2585
Web	www.sustainablebiotechnology.aau.dk

Περιπτώσεις Υπαρχόντων Εγκαταστάσεων Beta Renewables

Project Owner	Beta Renewables (joint venture, Mossi & Ghisolfi Chemtex division, with TPG)
Project Name	Pilot
Location	Rivalta Scrivia, Italy
Technology	Biochemical
Raw Material	Lignocellulosics
Project Input	corn stover, straw, husk, energy crops (Giant Reed), woody biomass
Input Capacity	250 t/y (dry)
Product(s)	Ethanol, various chemicals
Output Capacity	50 t/y
Facility Type	Pilot
Project Funding	Self-funded
Status	Operational
Start-up Year	2009
Contact Person	Dario Giordano; dario.giordano@betarenewables.com
Web	www.betarenewables.com

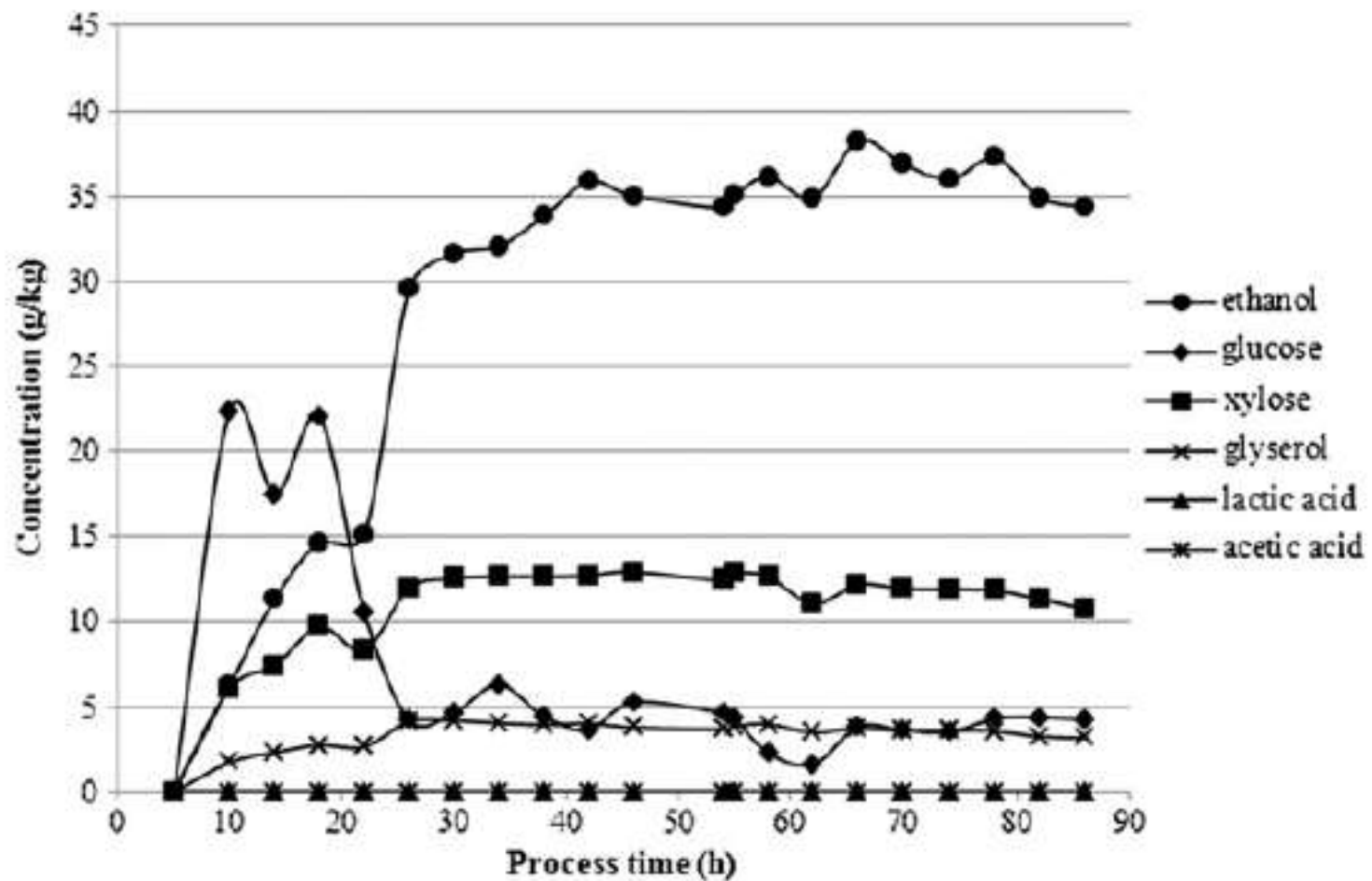
Η Beta Renewables φτιάχνει την πρώτη εμπορική εγκατάσταση παραγωγής λιγνοκυταρρινούχου αιθανόλης στην Ιταλία:

Η περίπτωση του χαρτιού



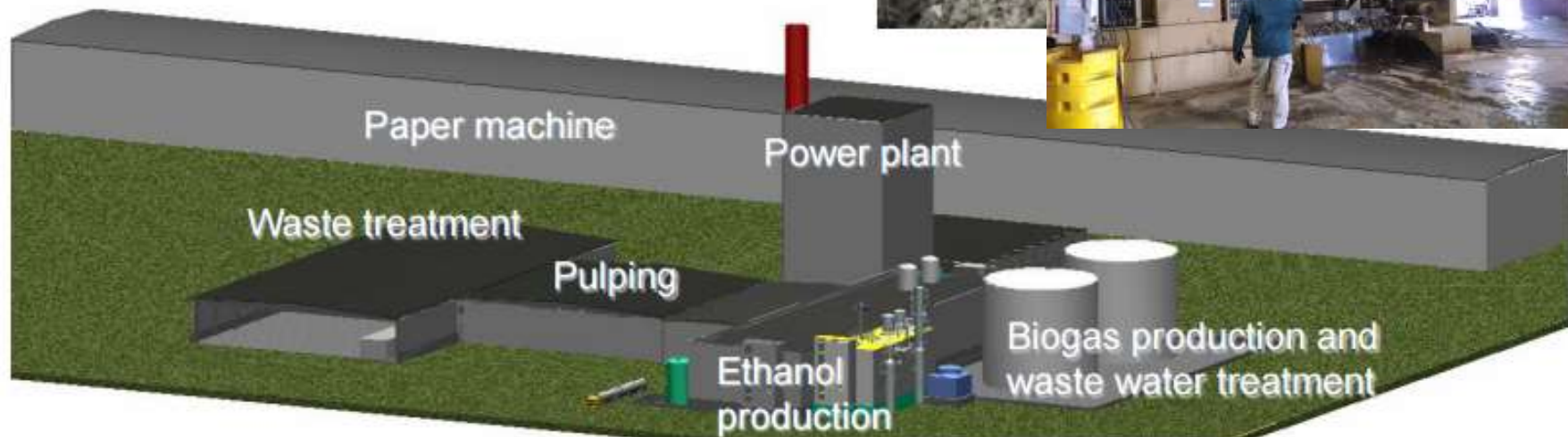
Περιπτώσεις Υπαρχόντων Εγκαταστάσεων

FibreEtOH Project



Περιπτώσεις Υπαρχόντων Εγκαταστάσεων FibreEtOH Project

- What is FibreEtOH?
- Status of technology
- Competitiveness of waste based ethanol
- Future vision of Urban Biorefineries



Το κόστος παραγωγής είναι $<0,5 \text{ €/L}$ ενώ η παραγωγή από ξυλώδη βιομάζα και ενεργειακές καλλιέργειες είναι $\approx 0,7-1,2 \text{ €/L}$

Περιπτώσεις Υπαρχόντων Εγκαταστάσεων Enerkem Alberta Biofuels-Edmonton, Canada

Type: commercial.

Status: initiated production (biomethanol); commercial operations expected to begin in late 2015; ethanol module currently being added for production start in the second half of 2016.

Feedstock: post-sorted municipal solid waste (after recycling and composting).

Products: methanol, ethanol.

Capacity: 38 million litres.



Περιπτώσεις Υπαρχόντων Εγκαταστάσεων Enerkem -Westbury

Type: demonstration

Status: in operation since 2009 (syngas), 2010 (methanol), 2012 (ethanol)

Feedstock: decommissioned telephone poles and sorted municipal solid waste.

Products: syngas, methanol, ethanol.

Capacity: 5 million litres per year (ethanol).



Περιπτώσεις Υπαρχόντων Εγκαταστάσεων ENERKEM MISSISSIPPI BIOFUELS

Type: Commercial

Status: Operational

Feedstock: MSW
(230,000tons/yr)

Products: Ethanol

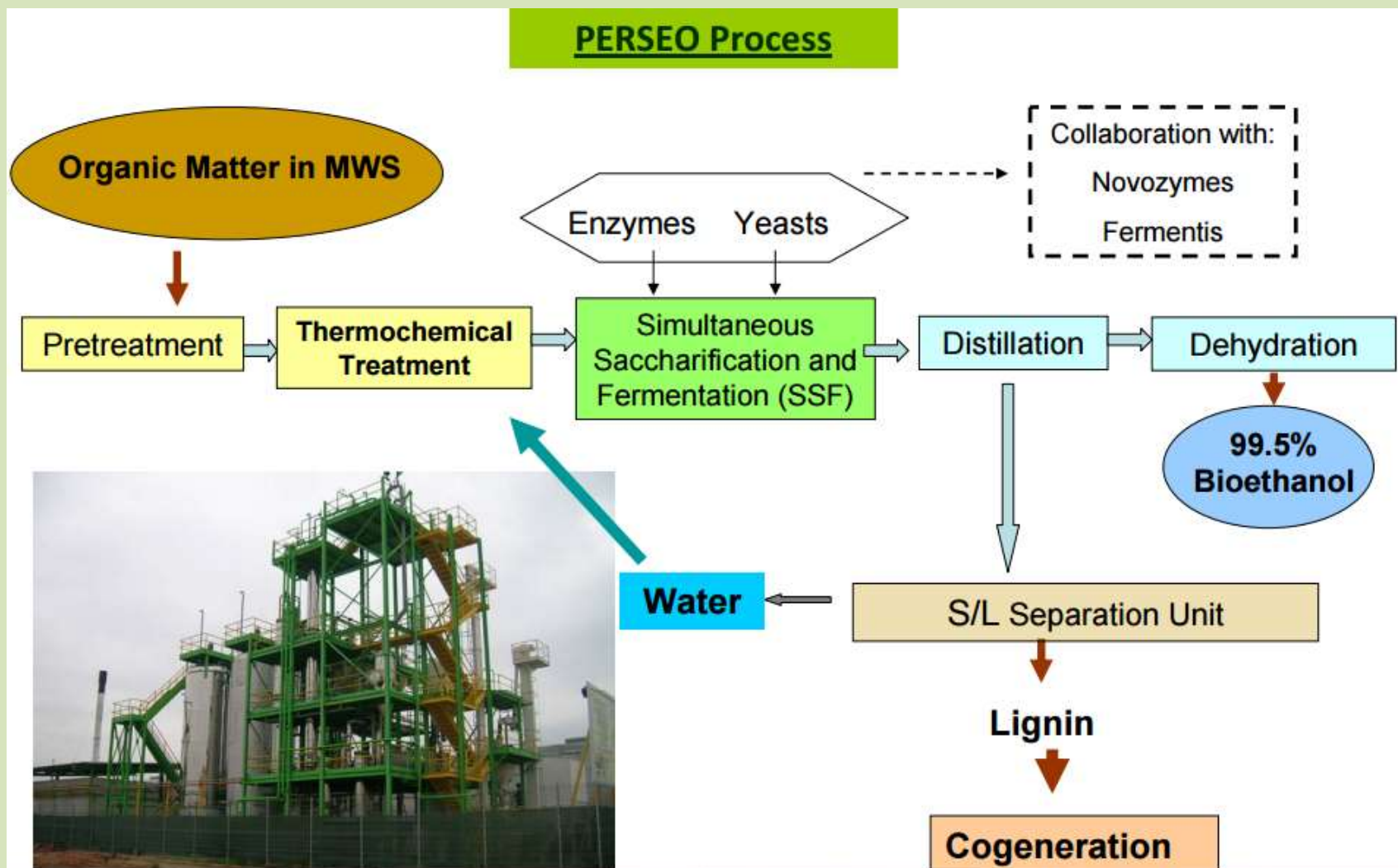
Capacity: 10,000 tons/year.

Investment Cost: \$150 million



Περιπτώσεις Υπαρχόντων Εγκαταστάσεων

Perseo Project – Valenthia (1/2)



Περιπτώσεις Υπαρχόντων Εγκαταστάσεων

Perseo Project – Valenthia (2/2)

Produce **LIGNOCELULLOSIC BIOETHANOL** at **35 cent. EURO per LITER.**

- **Feedstock cost: 0 € / l bioethanol**
- Additives, Enzymes and Yeast costs: 0.1 € / l bioethanol
- Instalation fixed costs and amortization: 0.2 € / l bioethanol.
- Utilities and labour: 0.05 € / l bioethanol

Data based on:

- Real Plant of 500 Ton Organic Fraction from MSW per day.
- Daily production: 16.000 liters ethanol.
- Investment on instalation fix assets: 12-15 Mill. Euro.
- TIR: 10 years.

Περιπτώσεις Υπαρχόντων Εγκαταστάσεων INEOS bio Facility – Vero Beach USA

Διαχειρίζεται Βιομάζα από ΑΣΑ και
Παράγει Βιοαιθανόλη και Ενέργεια.

**Ετήσια Παραγωγή: 30,3 Εκατομμύρια L
Λιγνοκυτταρινούχου Αιθανόλης και 6MW
Ενέργειας.**



Step 1:
Feed reception and
drying



Step 2:
Gasification



Step 3:
Gas clean up and
syngas heat recovery



Step 4:
Fermentation
(bioethanol production)



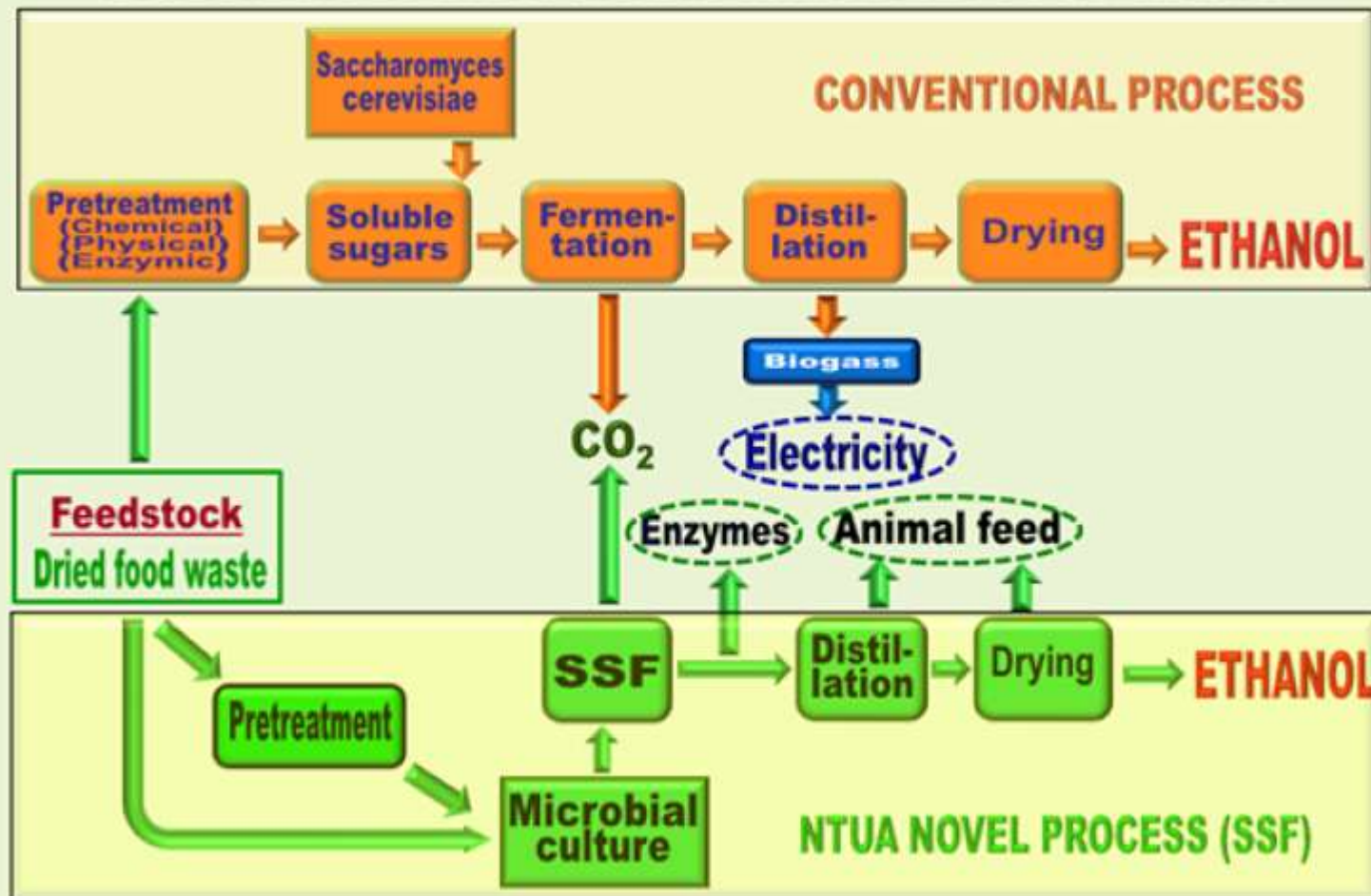
Step 5:
Filtration, distillation
and dehydration



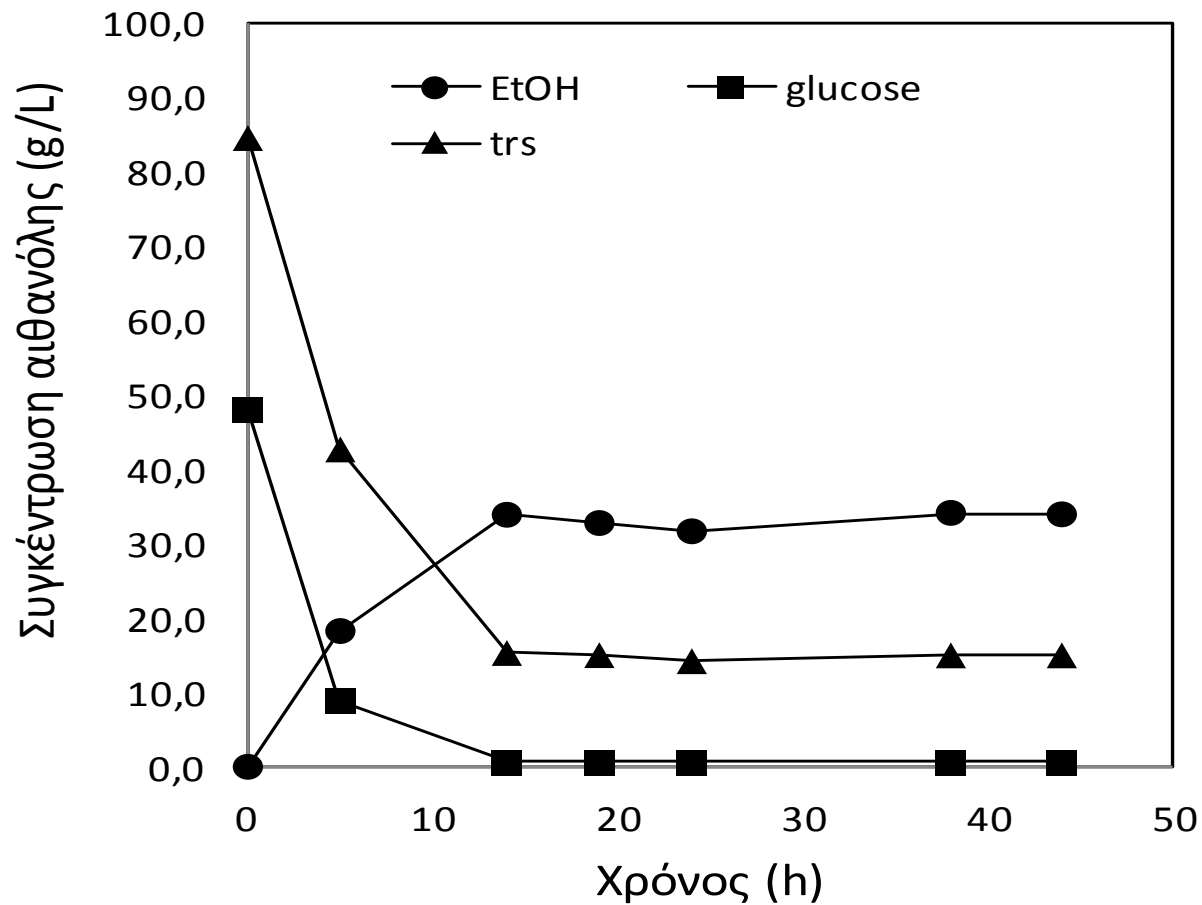
Step 6:
Renewable power
generation

Διεργασία Βιομετατροπής

BIOETHANOL PRODUCTION FROM DRIED FOOD WASTE



Απόδοση Διεργασίας



Εγκατάσταση Βιομετατροπής



Περιπτώσεις Υπαρχόντων Εγκαταστάσεων Έργο Waste2bio





Ευχαριστώ για την προσοχή σας

mloiz@chemeng.ntua.gr

www.uest.gr

Τηλ: 210 772 3106

Φαξ: 210 772 3285