



EKETA

ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ
ΕΡΕΥΝΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



ΙΔΕΠ

Ινστιτούτο
Χημικών
Διεργασιών και
Ενεργειακών
Πόρων

Χρήση βιομάζας και απορριμμάτων ως καύσιμα σε ανθρακικούς σταθμούς: μεικτή καύση και μετασκευές

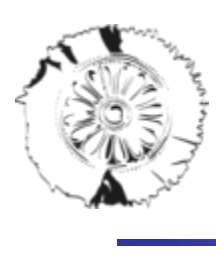
**Διασχολικό Μάθημα «Περιβάλλον και Ανάπτυξη»
27 Μαρτίου 2019 / Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο**

Εμμανουήλ Καραμπίνης

MSc. Χημικός Μηχανικός, Επιστημονικός Συνεργάτης ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ

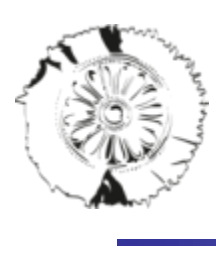
Τηλ.: +30 211 1069518

Email : karampinis (at) certh.gr



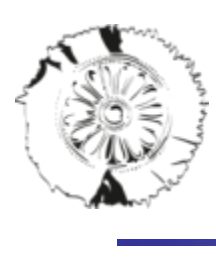
Περιεχόμενα

- ✓ Ορισμός και ενδιαφέρον για μεικτή καύση και μετασκευές σε ανθρακικές μονάδες
- ✓ Τεχνολογικές λύσεις
- ✓ Η κατάσταση στην ΕΕ
- ✓ Η Οδηγία RED II
- ✓ Εμπόδια & Ευκαιρίες
- ✓ Μεικτή καύση βιομάζας με λιγνίτη & οι Ελληνικές εμπειρίες
- ✓ Το έργο BIOFIT



Ορισμός

- ✓ Απουσία επίσημων ορισμών
- ✓ **Μεικτή καύση (co-firing, co-combustion)**
 - «Μεικτή καύση είναι η ταυτόχρονη καύση δυο ή περισσότερων καυσίμων στην ίδια μονάδα για την παραγωγή ενός ή περισσότερων ενεργειακών φορέων» (Hansson et al., 2009)
 - Συνήθως αναφέρεται στη μερική υποκατάσταση άνθρακα από βιομάζα (ή απορρίμματα) σε μια ανθρακική μονάδα
- ✓ **«Μετασκευές» (conversions / repowering)**
 - Συνήθως αναφέρονται στην πλήρη υποκατάσταση του κύριου καυσίμου από βιομάζα σε ένα λέβητα αρχικά σχεδιασμένο για ορυκτά καύσιμα (συνήθως άνθρακα)



Γιατί μεικτή καύση / μετασκευές;



✓ Καύσιμα ευκαιρίας (φθηνότερα από ανθρακικά καύσιμα)

- Απορριπτόμενη ξυλεία, RDF / SRF, πυρηνόξυλο (ενίοτε), άλλα...

✓ Οικονομικά κίνητρα για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα

- Εγγυημένες τιμές (feed-in tariffs / premiums), Πράσινα Πιστοποιητικά (Green Certificates)
- *Εφόσον η μεικτή καύση αναγνωρίζεται ως ΑΠΕ...*
- *Μεγαλύτερος β.α. ανθρακικών μονάδων σε σχέση με μονάδες βιομάζας*

✓ Emission Trading Scheme: κόστος εκπομπών CO₂

- Από 4 €/t στα μισά του 2017 σε περίπου 22 €/t τον Αύγουστο του 2018
- Εκτιμήσεις για 35-40 €/t την περίοδο 2019-2013

Ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης (%)	Νέες μονάδες	Υφιστάμενες μονάδες
Λιθανθρακικές μονάδες $\geq 1\ 000$ MW _{th}	45 - 46	33.5 - 44
Λιγνιτικές μονάδες $\geq 1\ 000$ MW _{th}	42 - 44	33.5 - 42.5
Λιθανθρακικές μονάδες $< 1\ 000$ MW _{th}	36,5 - 41,5	35.5 - 41.5
Λιγνιτικές μονάδες $< 1\ 000$ MW _{th}	36.5 - 40	31.5 - 39.5
Στερεή βιομάζα ή/και τύρφη	33.5 έως >38	28 - 38
Πηγή: Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Large Combustion Plants (2017)		

✓ Κόστος επένδυσης

- 2,500 – 4,500 \$ / kWe για νέες μονάδες βιομάζας
- Περίπου 500 \$ / kWe για μεικτή καύση



Άμεση μεικτή καύση

- ✓ Βιομάζα / Απορρίμματα και άνθρακας καίγονται στην ίδια εστία, με χρήση ίδιων ή διαφορετικών μύλων και καυστήρων, ανάλογα με την περίπτωση
- ✓ Εναλλακτικά καύσιμα: ξυλώδης βιομάζα, ποώδης βιομάζα (π.χ. άχυρο), δασικά υπολείμματα, RDF/SRF, απορριπτόμενη ξυλεία, πυρηνόξυλο, και άλλα
- ✓ Τυπική θερμική συνεισφορά βιομάζας: έως και 20 % για το ξύλο, συνήθως χαμηλότερη για αγροτική βιομάζα ή RDF
- ✓ # βιομηχανικές αναφορές: > 100
- ✓ Υπέρ: γρήγορη υλοποίηση, χαμηλό κόστος
- ✓ Κατά: περιορισμός στο ποσοστό υποκατάστασης, ανάμειξη τέφρας



Ostroleka (PO)

10 % θερμ. υποκατάσταση από διάφορα είδη βιομάζας (δασικά, αγροτικά, υπολ. Βιομηχανίας τροφίμων, ενεργειακές καλλιέργειες)



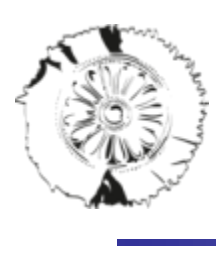
Studtstrup (DK)

10 % θερμική υποκατάσταση από άχυρο



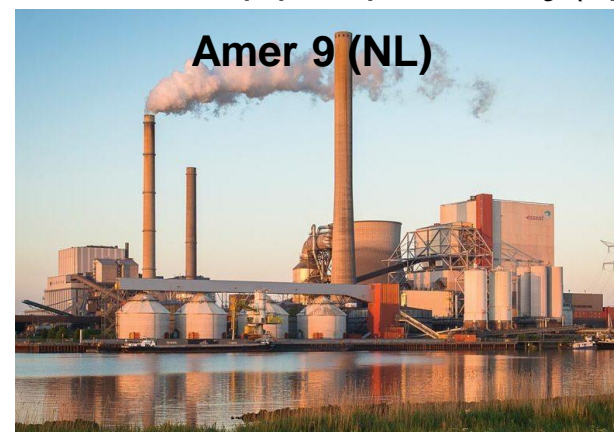
Fusina (IT)

5 % θερμική υποκατάσταση από RDF



Έμμεση μεικτή καύση

- ✓ Αεριοποίηση βιομάζας για παραγωγή syngas, καύση syngas στον ανθρακικό λέβητα
- ✓ Εναλλακτικά καύσιμα: Μεγάλο εύρος, συμπεριλαμβανομένων «δύσκολων» καυσίμων όπως απορριπτόμενη ξυλεία και κλάσματα απορριμμάτων
- ✓ Τυπική θερμική συνεισφορά βιομάζας: έως και 40 % ως προς το καύσιμο
- ✓ # βιομηχανικές αναφορές: ~ 5
- ✓ Υπέρ: μη ανάμειξη τεφρών, αξιοποίηση «δύσκολων» καυσίμων, χαμηλότερες απαιτήσεις ποιότητας για το syngas, κτλ.
- ✓ Κατά: υψηλότερο κόστος (εγκατάσταση νέου αεριοποιητή)



Amer 9 (NL)

Απορριπτόμενη ξυλεία 83 MW_{th}
(5% υποκατάσταση καυσίμου)



Kymijärvi (FI)

Recycled energy fuel (REF), πριονίδι, φλοιός,
τεμαχισμένο ξύλο, απορρίμματα ξυλείας 45-70 MW_{th}
(15% υποκατάσταση καυσίμου)



Vaskiluodon Voima (FI)

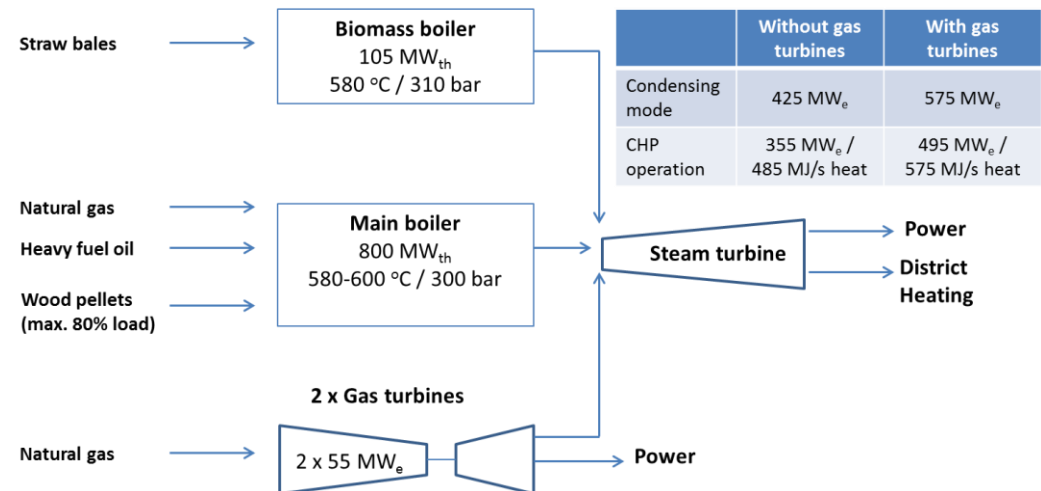
Δασικά υπολείμματα residues 140 MW_{th}
(έως και 40 % υποκατάσταση καυσίμου)



Παράλληλη μεικτή καύση

- ✓ Ξεχωριστός λέβητας βιομάζας, συζευγμένος με τον ανθρακικό λέβητα στον κύκλο ατμού
- ✓ Εναλλακτικά καύσιμα: μεγάλο εύρος, συμπεριλαμβανόμενων δύσκολων καυσίμων όπως το άχυρο
- ✓ Τυπική θερμική συνεισφορά βιομάζας: -
- ✓ # βιομηχανικές αναφορές: ~ 5
- ✓ Υπέρ: δε γίνεται ανάμειξη τεφρων, αξιοποίηση δύσκολων καυσίμων, υψηλότερος βαθμός απόδοσης από μονάδες βιομάζας
- ✓ Κατά: Υψηλότερο κόστος (αλλά όχι τόσο ακριβό όσο μια νέα μονάδα βιομάζας)

Avedøre 2 (DK)





Μετασκευές

- ✓ Πλήρης μετασκευή ενός ανθρακικού λέβητα / μύλων για να επιτευχθεί πολύ υψηλό ποσοστό χρήσης βιομάζας
- ✓ «Εναλλακτικό» καύσιμο: πελλέτες ξύλου (κυρίως), τεμαχισμένο ξύλο (σπανιότερα)
- ✓ Τυπική θερμική συνεισφορά βιομάζας: έως και 100 %
- ✓ # βιομηχανικές αναφορές: > 10
- ✓ Υπέρ: πρακτικά ισοδύναμες με νέες μονάδες βιομάζας
- ✓ Κατά: διακίνηση / διαχείριση τεράστιων ποσοτήτων βιομάζας, θέματα ασφαλείας



Plants converted by or before 2015 (and therefore included in our dataset)

Country	Plant Name	MW	2017 Status	Conversion Date	2015 Biomass Burn [TWh]
UK	Tilbury	750	Converted - Closed	2011	0.0
UK	Ironbridge 1	740	Converted - Closed	2012	1.9
UK	Drax Unit 1,2,3	645	Converted - Active	2013, 2014, 2015	11.5
SE	Västhamnsverket	70	Converted - Active	2006	0.1
DK	Herning	90	Converted - Active	2002	0.4
BE	Les Awers Unit 4	80	Converted - Active	2005	0.3
BE	Rodenhuize	180	Converted - Active	2011	1.6
HU	Pannon Hőerőmű	50	Converted - Active	2004	0.5

Conversion Pipeline - Projected Annual Biomass Burn Assumes 75% Load Factor

Country	Plant Name	MW	2017 Status	Conversion Date	Projected Annual Biomass Burn [TWh]
DK	Avedøre Unit 1	250	Converted - Active	2016	1.6
DK	Studstrup 3	350	Converted - Active	2016	2.3
DK	Østkraft	37	Converted - Active	2016	0.2
UK	Lynemouth	390	Under Conversion	2017	2.6
FR	Provence 4	150	Active - Legal Challenges	2017	1.0
BE	Langerlo 1	400	Uncertain - Bankrupt	2018	2.6
UK	Drax Unit 4	645	Uncertain	?	4.2

Πηγή: Sandbag Report (2017)

Θερμικά επεξεργασμένη βιομάζα

- ✓ Άμεση υποκατάσταση άνθρακα με θερμικά επεξεργασμένη βιομάζα
- ✓ Εναλλακτικά καύσιμα: θερμικά επεξεργασμένες (torrefaction, steam explosion) πελλέτες ξύλου
- ✓ Τυπική θερμική συνεισφορά βιομάζας: έως και 100 %
- ✓ # βιομηχανικές εφαρμογές: 1 εμπορική περίπτωση, αρκετές επιδείξεις
- ✓ Υπέρ: ελάχιστες μετασκευές & επενδύσεις, διαχείριση βιομάζας όπως του άνθρακα (π.χ. εξωτερική αποθήκευση)
- ✓ Κατά: απαιτείται ανάπτυξη υποδομών για θερμική επεξεργασία βιομάζας



Πρώτη 100 % μετασκευή με Arbaflame (steam exploded) πελλέτες ξύλου. Εμπορική λειτουργία 2015. Κόστος μετασκευής ~ 30 €/kW_e



Επίδειξη το 2015, έως 30 % μεικτή καύση με πελλέτες ξύλου Blackwood (torrefied)



Μεικτή καύση & μετασκευές στην ΕΕ



Operating co-firing boilers by Member States

(in 2017, number of units by aggregated capacity, MWe)

Number of units by type

X FB - Number of Fluidised bed units with biomass as primary fuel

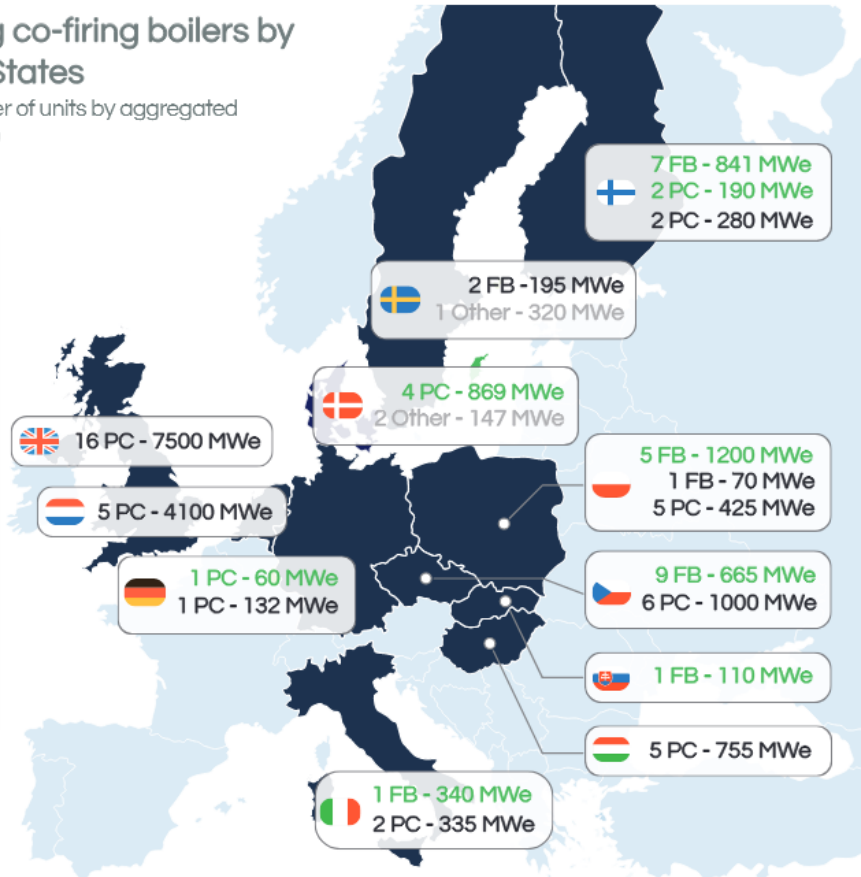
X PC - Number of Pulverised Fuel units with biomass as primary fuel

X FB - Number of Fluidised bed units with fossil fuel as primary fuel

X PC - Number of Pulverised Fuel units with fossil fuel as primary fuel

X Other - Number of units using other technologies to co-fire

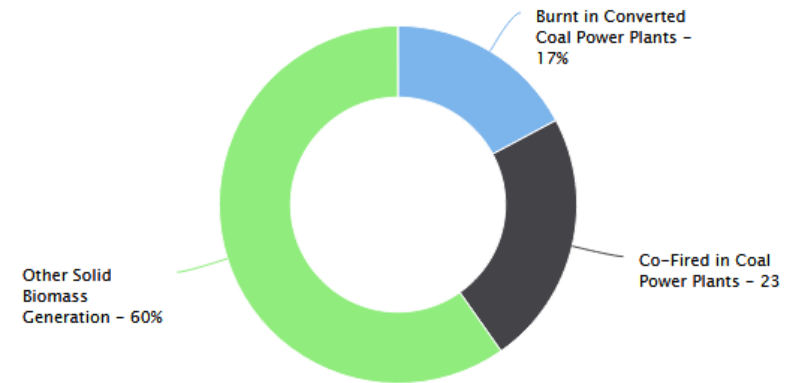
Source: 2015, Platts UDI world electric power plants database



Πηγή: Bioenergy Europe (2018) Co-firing: clarifying a concept Factsheet

EU Solid Biomass Electricity Generation 2015

Total: 91TWh



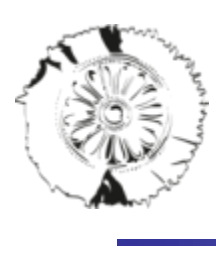
Source: LCP database, Eurostat & Sandbag own calculations.

Πηγή: Sandbag Report (2017)

Μεικτή καύση: PO, FI, DK, CZ, HU πάνω από το 88 % της βιομάζας σε μεικτή καύση (2015)

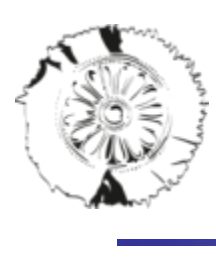
Μετασκευές: κυρίως σε UK, BE, DK

Η διαφορά στα κράτη μέλη είναι και αποτέλεσμα διαφορετικών πολιτικών.



Η Οδηγία RED II

- ✓ Η βιοενέργεια μπορεί να 1) προσμετράται για το συνολικό στόχο ΑΠΕ και τους υποστόχους ανά τομέα, 2) είναι επιλέξιμη για κρατική ενίσχυση
- ✓ Η βιομάζα θεωρείται ουδέτερη ως προς τις εκπομπές άνθρακα για το ETS μόνο αν πληροί συγκεκριμένα κριτήρια αειφορίας, διαφορετικά για κάθε είδος βιομάζας
- ✓ Ειδικές απαιτήσεις για μονάδες ηλεκτροπαραγωγής
 - Τα ορυκτά καύσιμα να μην είναι το «κύριο καύσιμο» (το μέγιστο αποδεκτό ποσοστό δεν έχει διευκρινιστεί)
 - No cost-effective potential for highly efficient CHP (Article 14 of Directive 2012/27/EU)
 - Απαιτήσεις βάσει δυναμικότητας (ως προς το καύσιμο)
 - < 50 MW: καμία πρόσθετη απαίτηση
 - 50 – 100 MW: BAT ως προς την ενεργειακή απόδοση ή χρήση CCS με βιομάζα
 - > 100 MW: ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης τουλάχιστον 36 % ή χρήση CCS με βιομάζα
- ✓ Απαιτήσεις εξοικονόμησης εκπομπών αερίων θερμοκηπίου
 - > 70 % για εγκαταστάσεις με έναρξη λειτουργίας μετά την 1 Ιανουαρίου 2021
 - > 80 % για εγκαταστάσεις με έναρξη λειτουργίας μετά την 1 Ιανουαρίου 2026
- ✓ Τα κράτη μέλη μπορούν να θέσουν αυστηρότερα κριτήρια αειφορίας ή να επιβάλουν υψηλότερες απαιτήσεις ως προς την ενεργειακή απόδοση



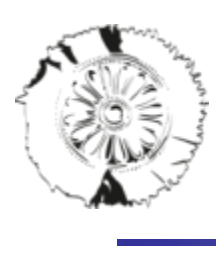
Εμπόδια & Ευκαιρίες

Εμπόδια

- ✓ Έλλειψη κοινού θεσμικού πλαισίου, αναγνώριση μεικτής καύσης ως ΑΠΕ, επαρκής ενίσχυση για να καλυφθεί η διαφορά κόστους άνθρακα και βιομάζας
- ✓ Αξιοποίηση τεράστιων ποσοτήτων βιομάζας
 - Τροφοδοσία (π.χ. ανάμειξη των παραγωγών / αγροτών)
 - Υποδομές (ειδικά για θερμικά επεξεργασμένη βιομάζα, αλλά και για συμβατικές αλυσίδες)
 - Θέματα αειφορίας
 - Εναντίωση κοινής γνώμης
- ✓ Τεχνικοί περιορισμοί RED II (βαθμός απόδοσης)

Ευκαιρίες

- ✓ Μείωση ηλεκτροπαραγωγής από άνθρακα
 - Πολλές εταιρείες ηλεκτροπαραγωγής σχεδιάζουν πλήρη απανθρακοποίηση σε χρονικό ορίζοντα 10-15 ετών
 - Αξιοποίηση παγίων (ανθρακικές μονάδες) που αλλιώς θα παροπλίζονταν
- ✓ Ανάγκη σταθεροποίησης ενός δικτύου με υψηλή διείσδυση στοχαστικών ΑΠΕ (αιολικά, φωτοβολταϊκά) με μονάδες σταθερής παραγωγής (μη-στοχαστικές ΑΠΕ ή χαμηλού άνθρακα)
- ✓ Προς ένα εναρμονισμένο Ευρωπαϊκό πλαίσιο με την Οδηγία RED II



Μεικτή καύση βιομάζας και λιγνίτη

✓ Πλεονεκτήματα

- ΚΘΙ βιομάζας > ΚΘΙ λιγνίτη
- Μεγάλο μέγεθος λιγνιτικών εστιών → επαρκής χρόνος παραμονής για την καύση μεγάλων σωματιδίων βιομάζας
- Υψηλή τέφρα / θείο λιγνίτη → μείωση αρνητικών επιπτώσεων λόγω αλκαλίων, χλωρίου στη βιομάζα

✓ Μειονεκτήματα / ζητήματα

- Δυσμενές / αόριστο θεσμικό πλαίσιο
- Διαφορά κόστους μεταξύ λιγνίτη και βιομάζας
- Δυσκολία πρόσβασης σε εισαγόμενη βιομάζα λόγω θέσης λιγνιτικών μονάδων

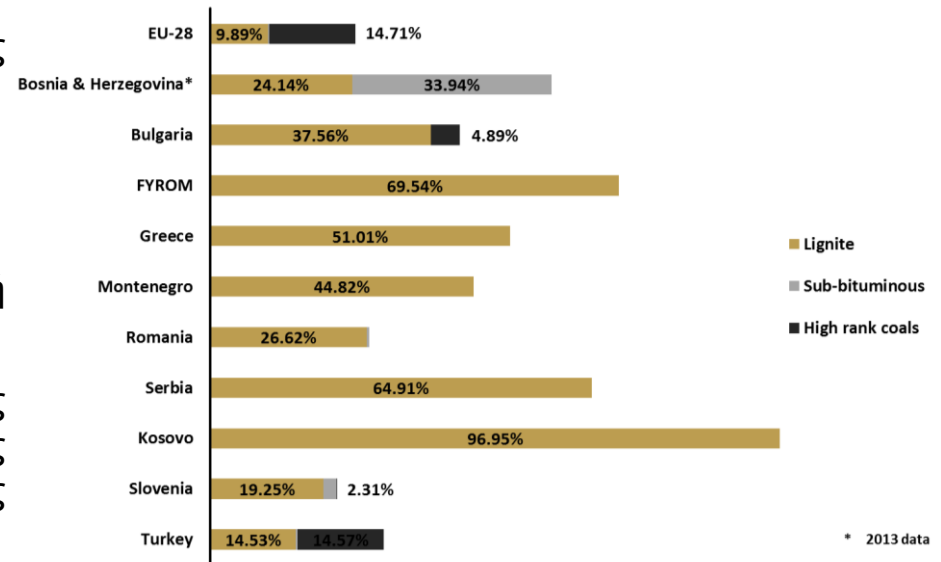
✓ Χώρες Νοτιοανατολικής Ευρώπης

- Γενικά, ποσοστά χρήσης λιγνίτη στην ηλεκτροπαραγωγή άνω του Ευρωπαϊκού μέσου όρου.
- Με την εξαίρεση της Πολωνίας, ίσως οι μόνες Ευρωπαϊκές χώρες όπου σχεδιάζονται νέες λιγνιτικές μονάδες, κυρίως για αντικατάσταση παλαιότερων αλλά και για κάλυψη της αυξανόμενης ηλεκτροπαραγωγής.



Χρωματισμός ανάλογα με την εγκατεστημένη λιγνιτική ισχύ
Κόκκινο > 2 GWe, Πορτοκαλί < 2 GWe

Πηγή: booz&co., Understanding lignite generation costs in Europe, 2014



* 2013 data



Μεικτή καύση πυρηνόξυλου και λιγνίτη στον ΑΗΣ Μεγαλόπολης



- ✓ Δοκιμές στον ΑΗΣ Μεγαλόπολης Ι (ΔΕΗ Α.Ε.), 1997
- ✓ Άμεση μεικτή καύσης λιγνίτη / πυρηνόξυλου σε ποσοστό θερμικής υποκατάστασης από 2 έως 7 % κατά βάρος (περίπου 14 % θερμική υποκατάσταση)
- ✓ Θετικά αποτελέσματα αλλά η δράση δεν προχώρησε λόγω αύξησης της τιμής του πυρηνόξυλου

Table I: Comparison between WPOS and existing supporting fuels at the Megalopolis power plant.

Supporting Fuel	Net Calorific Value, [kJ/kg]	Price (EUROS per TOE)	
Xylite	10,786	96.4	Discount 12 % 84.8 Discount 16% 80.9
Hard Coal	28,680	71.2	
Diesel	44,887	387.9	
Heavy Oil	-	135.8	
WPOS	13,096	58.3	

Πηγή πινάκων: Kakaras, E., P. Vourliotis, and P. Grammelis, Utilization of Wood matter from Pressed Oil-Stone (WPOS) as Lignite Substitute for Power Generation, in 1st World Conference and Exhibition on Biomass for Energy and Industry. 2000: Sevilla, Spain

Table II: Proximate and ultimate analyses (%wt) and calorific value of lignite from the Megalopolis reserve and WPOS.

Fuel analysis % wt (as received)	Megalopolis Lignite	WPOS
PROXIMATE ANALYSIS [%wt, as received]		
Moisture	60.8	13.5
Combustibles	25.7	77.9
Ash	13.5	8.7
Volatiles (%wt, dry)	49.20	70.66
ULTIMATE ANALYSIS [%wt, as received]		
Carbon, C	11.18	40.53
Hydrogen, H	1.20	4.70
Sulfur, S	1.36	0.50
Nitrogen, N	0.47	2.79
Oxygen, O	11.47	29.33
CALORIFIC VALUE [as received]		
Gross Calorific Value, Ha [kJ/kg]	6109	18080
Net Calorific Value, Hu [kJ/kg]	4535	16782



Πηγή φωτογραφίας: ΕΚΕΤΑ



Πηγή: φωτογραφίας: ΜΕΤΚΑ



Μεικτή καύση αγριαγκινάρας και λιγνίτη στον ΑΗΣ Καρδιάς



Ευρωπαϊκό πρόγραμμα DEBCO (FP7/218968, διάρκεια 1/1/2008 – 31/12/2013)

- ✓ Καλλιέργεια αγριαγκινάρας (ενεργειακό φυτό) σε 4.000 στρέμματα στην Κοζάνη (επιχορήγηση 200 €/στρέμμα από ανταποδοτικό τέλος εξόρυξης)
- ✓ Δοκιμές 3 ½ ημερών (Οκτώβριος 2010)
- ✓ ΑΗΣ Καρδιάς Ι, 300 MWe (ΔΕΗ Α.Ε.)
- ✓ Άμεση μεικτή καύσης λιγνίτη / αγριαγκινάρας σε ποσοστό θερμικής υποκατάστασης ~ 10%
- ✓ Δειγματοληψία καυσίμου και τεφρών, συλλογή δεδομένων καταγραφικών μονάδας, μετρήσεις για την τάση σχηματισμού επικαθίσεων, διάβρωσης, λειτουργίας ηλεκτροστατικών φίλτρων, κτλ
- ✓ Γενικά, μικρή ή αμελητέα επίδραση της μεικτής καύσης στη λειτουργία του λέβητα ή στις εκπομπές
- ✓ Μεγάλες διακυμάνσεις στην ποιότητα του λιγνίτη οι οποίες καλύπτουν την επίδραση της προσθήκης βιομάζας
- ✓ Γενικά, θετικά αποτελέσματα, αλλά οι δυσκολίες στη συνεννόηση της ΔΕΗ με τους 80 περίπου παραγωγούς και το ασαφές θεσμικό πλαίσιο δεν επέτρεψαν τη συνέχιση του εγχειρήματος



Πηγή φωτογραφίας: ΕΚΕΤΑ

Καθαρή ενέργεια από την αγριαγκινάρα

Η αγριαγκινάρα έχει τριπλάσια θερμικό δυναμικό από τον λιγνίτη. Συγκεκριμένα, 4.500 θερμίδες ανά κιλό έναντι 1.260 θερμίδων ανά κιλό

4 Επιστήμονες του Ινστιτούτου Τεχνολογίας και Εφαρμογών Στερεών Καυσίμων (ΙΤΕΚ) μετρούν τη θερμοκρασία και το ποσοστό υδρατμού στον το μίγμα φθάνει από την ταβία στον λέβητα

4.000
στρέμματα καλλιεργήθηκαν

1.600
τόνοι η συγκομιδή (αναμένονται 5.500 τόνοι)

€ 51
τον τόνο αγοράζει την αγριαγκινάρα η ΔΕΗ

€ 200
ανά στρέμμα ήταν η επιδότηση από τη νομαρχία

1,5 έως 2
τόνους αγριαγκινάρα όλας ένα στρέμμα σε φυσικοαερίων συνθήκες

Πηγή φωτογραφίας: Εφημερίδα ΕΘΝΟΣ



Το έργο BIOFIT

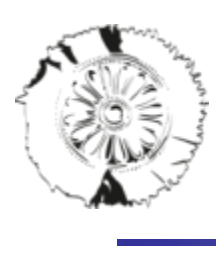


Bioenergy Retrofits for Europe's Industry

- ✓ Διάρκεια: Οκτώβριος 2018 – Σεπτέμβριο 2021
- ✓ Ιστοσελίδα: www.biofit-h2020.eu
- ✓ Συντονιστής: BTG Biomass Technology Group BV, The Netherlands
- ✓ Μετασκευές βιοενέργειας σε πέντε βιομηχανικούς τομείς: μονάδες ΣΗΘ, ηλεκτροπαραγωγή από ορυκτά καύσιμα, βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς, διυλιστήρια ορυκτών καυσίμων, χαρτοβιομηχανία
- ✓ ΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ: υπεύθυνος φορέας για τον τομέα ηλεκτροπαραγωγής από ορυκτά καύσιμα και τις ακόλουθες μελέτες περίπτωσης:
 - Μετασκευή σε 100 % βιομάζα (wood pellets) μιας ανθρακικής μονάδας 320 MWe στο σταθμό Fiume Santo στη Σαρδινία (EP Produzione)
 - Μεικτή καύση 30 % με τοπικές πρώτες ύλες βιομάζας (πριονίδι, αγροτικά υπολείμματα) στη Μονάδα 5 - 200 Mwe του ανθρακικού σταθμού Tuzla στη Βοσνία (Elektroprivreda BiH)
 - Μετασκευή σε 100 % βιομάζα (wood pellets) μιας μονάδας 118 Mwe στον ανθρακικό σταθμό Kakanj στη Βοσνία (Elektroprivreda BiH)



Το έργο χρηματοδοτείται από το Πρόγραμμα Πλαίσιο Ορίζοντα 2020 της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την έρευνα και την καινοτομία (Αριθμός Συμβολαίου 817999)



Ευχαριστώ για την προσοχή σας!

Περισσότερες πληροφορίες

Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης

Μανώλης Καραμπίνης

Email: [karampinis \(at\) certh.gr](mailto:karampinis@certh.gr)

Ιστοσελίδα: www.certh.gr