

«Ενδιάμεσοι φορείς βιοενέργειας και φρύξη βιομάζας (IBCs and Biomass Torrefaction)»

Μυρσίνη Χρήστου
Υπεύθυνη Τμήματος Βιομάζας/ΚΑΠΕ
Κυριάκος Πανόπουλος
Ερευνητής Β, ΕΚΕΤΑ/ΙΔΕΠ

Biofuels Webinar

«Βιοκαύσιμα, Ανανεώσιμα Αέρια & Ενδιάμεσοι Φορείς Βιοενέργειας: Οι νέοι κινητήριιοι μοχλοί στη Βιομηχανία και τις Μεταφορές»

Διαδικτυακή εκδήλωση

4/6/2021



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- Το έργο MUSIC
- Ενδιάμεσοι φορείς βιοενέργειας
- Η τεχνολογία της φρύξης
- Μελέτες περίπτωσης
- Εφοδιαστικές αλυσίδες βιομάζας
- Συμπεράσματα



ΣΚΟΠΟΣ ΤΟ ΕΡΓΟΥ

Γιατί Ενδιάμεσοι Φορείς Βιοενέργειας – ΕΦΒ?

- Η βιομάζα έχει μεγάλο όγκο και είναι δύσκολη στη διαχείριση.
- Η μετατροπή της σε ενδιάμεσα προϊόντα, όπως το **πυρολυτικό έλαιο**, η **εξανθρακωμένη βιομάζα** και το **μικροβιακό έλαιο** αυξάνει την ενεργειακή της πυκνότητα και διευκολύνει τη μεταφορά, αποθήκευση και αξιοποίησή της.

Γενικός στόχος του έργου

- Το έργο MUSIC θα υποστηρίξει την προώθηση τριών τύπων ΕΦΒ στην αγορά, αναπτύσσοντας οικονομικά βιώσιμους τρόπους συλλογής και μεταφοράς βιομάζας καθώς και κέντρα εμπορίας.



THE MUSIC TEAM

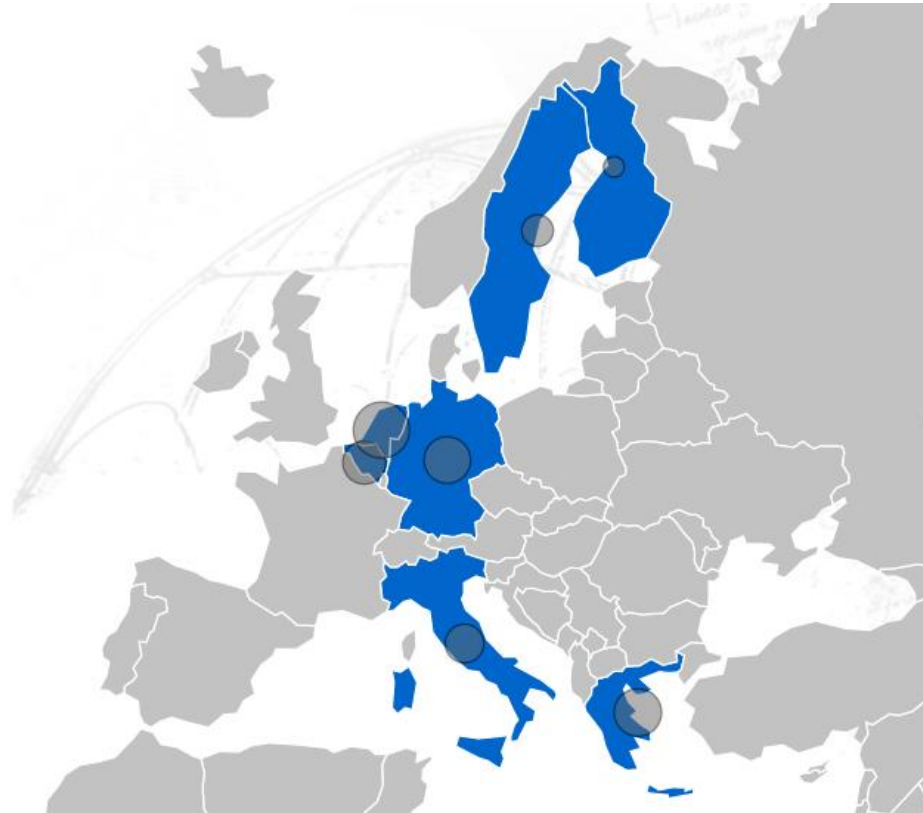
Renewable energy advisory SME's



(Bio)energy RTD institutes



CERTH
CENTRE FOR RESEARCH & TECHNOLOGY HELLAS



Member organisations

BioFuel Region™



Case study partners (economic actors)



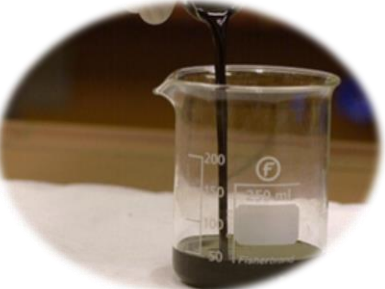
TORRCOAL



3 year project (Sep 2019 – Aug 2022) , ca. 3M Euro budget, 16 partners from 7 countries

ΕΝΔΙΑΜΕΣΟΙ ΦΟΡΕΙΣ ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΕΦΒ)



Πυρολυτικό έλαιο	Φρύξη	Μικροβιακό ελαιο
		
Obtained by fast heating of biomass in the absence of oxygen, resulting in a liquid IBC.	Obtained by slow heating of biomass in the absence of oxygen, resulting in a solid IBC.	Obtained by fermentation of lignocellulosic-derived sugars from biomass, resulting in a liquid IBC.

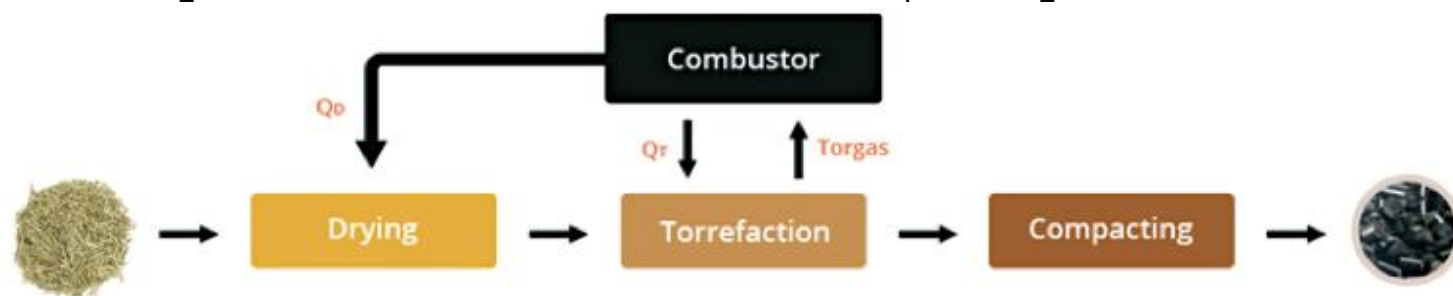
Πλεονεκτήματα των ΕΦΒ

Πλεονεκτήματα των ΕΦΒ	Πρώτες ύλες	Logistics	Χρήση
Οικονομικά	Επιτρέπουν τη χρήση χαμηλότερης ποιότητας βιομάζας	Μικρότερο κόστος μεταφοράς κι αποθήκευσης λόγω υψηλότερης ενεργειακής πυκνότητας	Χρήσεις υψηλότερης αξίας (πχ καύσιμα μεταφορών)
Τεχνικά	Μικρότερες ανάγκες για όμοια χαρακτηριστικά καυσίμου	Χρήση υπάρχουσας υποδομής λόγω της ομοιότητάς τους με τα ορυκτά καύσιμα	Νέες αγορές για βιοχημικά και βιο-προϊόντα
Άλλα	Ανεξαρτητοποίηση της εποχής/τόπου συλλογής της βιομάζας από την τελική χρήση της	Αποκεντρωμένες μονάδες ΕΦΒ κοντά στον τόπο παραγωγής της βιομάζας	Χρήση υπάρχουσας υποδομής /retrofitting

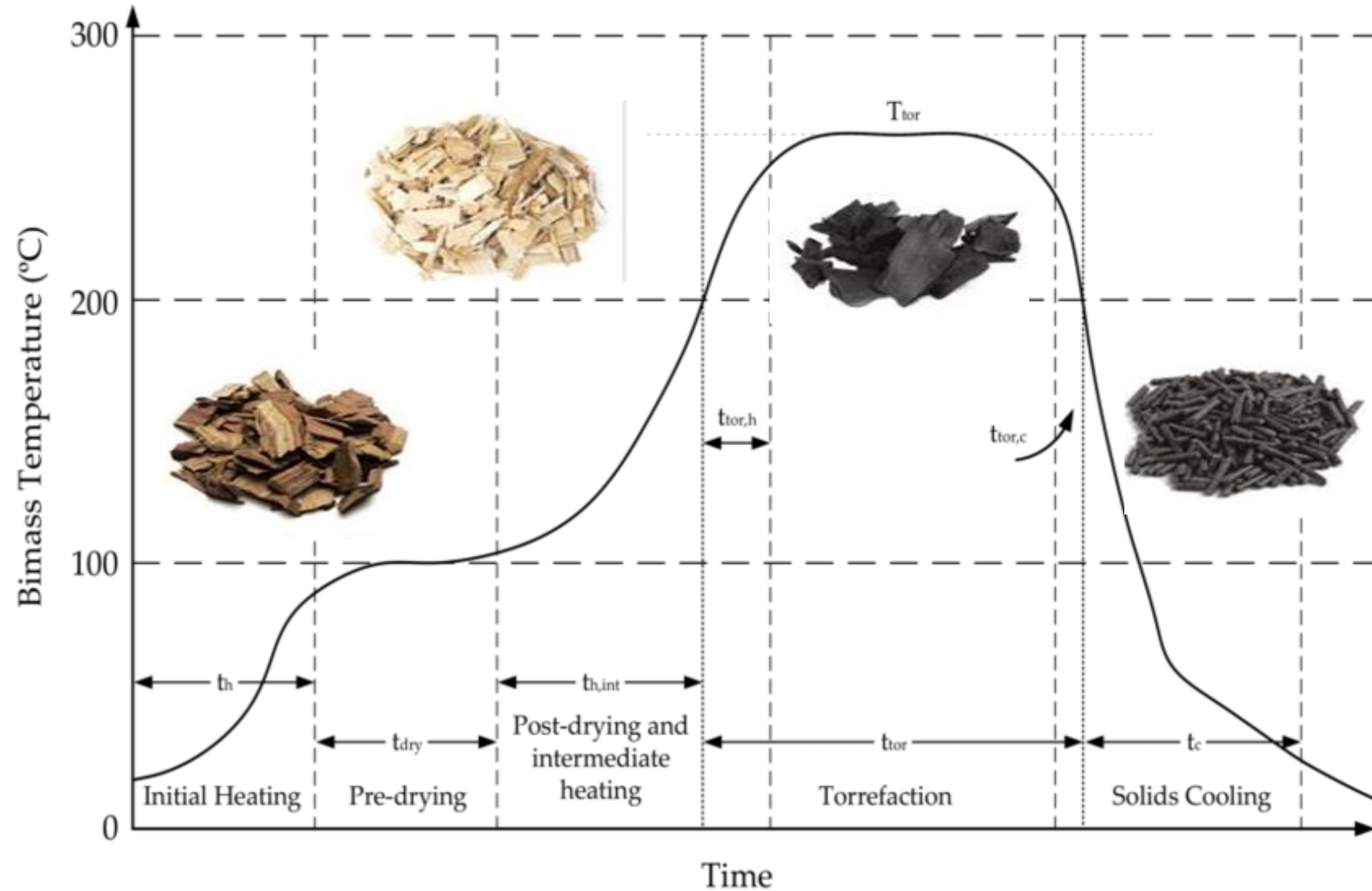
Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΦΡΥΞΗΣ

Κατεργασία για τη μετατροπή της βιομάζας σε ενεργειακά πυκνότερα, ευκολότερα αποθηκεύσιμα και μεταφερόμενα ενδιάμεσα προϊόντα, με ιδιότητες ανάλογες των ορυκτών καυσίμων (άνθρακας, πετρέλαιο και φυσικό αέριο).

- ✓ Θερμική επεξεργασία βιομάζας στους 200-300 °C, απουσία οξυγόνου
- ✓ Προϊόντα: Ένα στερεό προϊόν με καφέ ή σκούρο χρώμα (βιοεξανθράκωμα), και ένα αέριο προϊόν, κυρίως αποτελούμενο από CO, CO₂ καθώς και μικρές ποσότητες CH₄ και H₂.



Στάδια της φρύξης



Πλεονεκτήματα της φρύξης

- Υψηλότερη υγρασία (14-60 wt)%
- Χαμηλότερη θερμογόνος δύναμη (6-13 MJ/kg)
- Χαμηλότερη ενεργειακή πυκνότητα (0,7-1 MWh/m³)
- Υψηλότερη αναλογία O/C (0,5-0,8) και H/C (1,2-2)
- Υδρόφιλο
- Χαμηλή αλεσιμότητα
- Μη ομογενές υλικό

Ακατέργαστη βιομάζα

- Δασικά υπολείμματα
- Γεωργικά υπολείμματα
- Αγρωστώδεις ενεργειακές καλλιέργειες
- Υπολείμματα δασικών βιομηχανιών, ανακυκλωμένο ξύλο, κλπ

Φρύξη

- 200-300 °
- Απουσία οξυγόνου

- Χαμηλότερη υγρασία (3-8 wt%)
- Υψηλότερη θερμογόνος δύναμη (19-24 MJ/kg)
- Υψηλότερη ενεργειακή πυκνότητα (1,3-2 MWh/m³)
- Χαμηλότερη αναλογία O/C (0,2-0,4) και H/C (0,8-1,2)
- Υδρόφοβο
- Καλύτερη αλεσιμότητα
- Ομογενές υλικό

Εξανθράκωμα βιομάζας



Status of torrefaction initiatives as of early 2015

Developer	Technology	Location(s)	Production capacity (ton/a)	Scale and status Pilot scale: 0.05- 0.55 tph Demo scale: 0.5- 2 tph Commercial scale: > 2tph	Full integration (pre-treatment, torrefaction, combustion, heat cycle, densification)	Status
Clean Electricity Generation (UK)	Oscillating bed	Derby (UK)	30,000	Commercial scale	Yes	Available/operational
Horizon Bioenergy (NL)	Oscillating belt conveyor	Steenwijk (NL)	45,000	Commercial scale	Yes	Dismantled
Solvay (FR) / New Biomass Energy (USA)	Screw reactor	Quitman (USA/MS)	80,000	Commercial scale	Yes	Available/operational
Topell Energy (NL)	Fluidised bed	Duiven (NL)	60,000	Commercial scale	Yes	Mothballed
Torr-Coal B.V. (NL)	Rotary drum	Dilsen-Stokkem (BE)	30,000	Commercial scale	Yes	Available/operational
Airex (CAN/QC)	Cyclonic bed	Bécancour (CAN/QC)	16,000	Demonstration scale		Available/operational
Agri-Tech Producers LLC (USA/SC)	Screw reactor	Allendale (USA/SC)	13,000	Demonstration scale	Yes	Scheduled to be built
Andritz (AT)	Rotary drum	Frohnleiten (AT)	10,000	Demonstration scale	Yes	Out-of-service
Andritz (DK) / ECN (NL)	Moving bed	Stenderup (DK)	10,000	Demonstration scale		Unknown
BioEndev (SWE)	Dedicated screw reactor	Holmsund, Umea (SWE)	16,000	Demonstration scale	Yes	Available (2015)
CMI NESA (BE)	Multiple hearth	Seraing (BE)	Undefined	Demonstration scale		Unknown
Earth Care Products (USA)	Rotary drum	Independence (USA/KS)	20,000	Demonstration scale		Available/operational
Grupo Lantec (SP)	Moving bed	Urnieta (SP)	20,000	Demonstration scale		Unknown
Integro Earth Fuels, LLC (USA)	Multiple hearth	Greenville (USA/SC)	11,000	Demonstration scale		Unknown
LMK Energy (FR)	Moving bed	Mazingarbe (FR)	20,000	Demonstration scale		Unknown
River Basin Energy (USA)	Undefined	Laramie (USA/WY)	Undefined	Demonstration scale		Available/operational
Teal Sales Inc (USA)	Rotary drum	White Castle (USA/LA)	15,000	Demonstration scale		Available/operational
Torrec (FI)	Moving bed	Mikkeli (FI)	10,000	Demonstration scale		Available/operational
Agri-Tech Producers LLC (US/SC)	Screw reactor	Raleigh (USA/NC)	Undefined	Pilot stage		Available/operational
Airex (CAN/QC)	Cyclonic bed	Rouyn-Noranda (CAN/QC)	Undefined	Pilot stage		Available/operational
Airex (CAN/QC)	Cyclonic bed	Trois-Rivières (CAN/QC)	Undefined	Pilot stage		Available/operational
Arigna Fuels (IR)	Screw reactor	County Roscommon (IR)	Undefined	Pilot stage		Available/operational
CENER (SP)	Rotary drum	Aoiz (SP)	Undefined	Pilot scale		Available/operational
Terra Green Energy (USA)	Multiple hearth	McKean County (USA/PA)	Undefined	Pilot scale		Available/operational
Wyssmont (USA)	Multiple hearth	Fort Lee (USA/NJ)	Undefined	Pilot scale		Unknown
CEA (FR)	Multiple hearth	Paris (FR)	Undefined	Laboratory scale		Available/operational
Rotawave, Ltd. (UK)	Microwave	Chester (UK)	Undefined	Laboratory scale		Unknown
Bio Energy Development & Production (CAN)	Fluidised bed	Nova Scotia (CAN/NS)	Undefined	Unknown		Unknown

Εμπορικές μονάδες

Toarr-Coal BV (Dilsen-Stokkem (Belgium)

Σε λειτουργία: 2010

Δυναμικότητα: 30. 000t/a (pellets & powder)

Πρώτες ύλες: Ξύλο και γεωργικά υπολείμματα



Clean Electricity generation – CEG (Derby, UK)

Σε λειτουργία: 2014

Δυναμικότητα: 30. 000t/a (black pellets)

Πρώτες ύλες: Υπολείμματα ξύλου



Futerra Fuels (Valongo, Portugal)

Σε λειτουργία: 2010

Δυναμικότητα: 120.000 tons of black pellets and 85.000 of white pellets per year.

Πρώτες ύλες: Ευκάλυπτος



AIREX Energy (Bécancour, Canada)

Σε λειτουργία: 2016

Δυναμικότητα: 16.000 t/a torrefied pellets, biochar, torrefied wood flower

Πρώτες ύλες: Υπολείμματα πριστηρίων και ανακυκλωμένο ξύλο

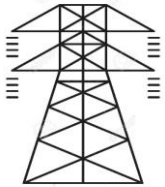


Εφαρμογές

Steam/Heat



Electricity



Transportation fuels



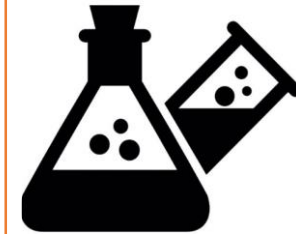
Syngas



Steel industry



Chemicals



Hydrogen



Η εξανθρακωμένη βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αντικαταστάτης των στερεών ορυκτών καυσίμων για παραγωγή θερμικής ή ηλεκτρικής ενέργειας, ή με περαιτέρω επεξεργασία για την παραγωγή βιο-προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας (αέριο σύνθεσης, βιοκαύσιμα, χημικά με βάση την βιομάζα – βιοπλαστικά), ή ως βελτιωτικό εδάφους σε γεωργικές καλλιέργειες.



ΜΕΛΕΤΕΣ-ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

Ένας από τους επιμέρους στόχους του έργου είναι η ενίσχυση της χρήσης ΕΦΒ με την **ανάπτυξη μελετών-περίπτωσης** με τελικούς χρήστες (βιομηχανίες) που θα κληθούν να χρησιμοποιήσουν την κατεργασμένη βιομάζα.



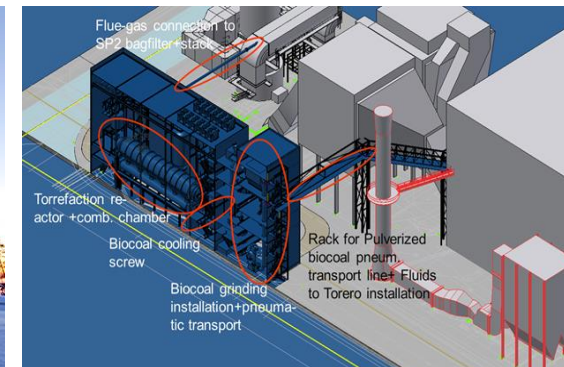
Torrefied biomass for use
@ DETEPA 30 MW_{th}
Amyntaion DH plant (GR)



MO for use @ Eni refinery in
Porto Marghera, Italy



PO production @ e.g. Lieksa
(FIN) or Sweden; PO upgrading
in NL e.g. Rotterdam (NL)



Torrefied biomass @ AM
blast furnace (Ghent, B);
biochar at Arcelor Mittal
steel mill in Taranto (IT)

Ελληνική μελέτη περίπτωσης – Χρήση εξανθρακωμένης βιομάζας στη μονάδα τηλεθέρμανσης της ΔΕΤΕΠΑ στο Αμύνταιο



- Λειτουργεί ένα μεγάλο δίκτυο τηλεθέρμανσης– **2,000** δημόσια κτίρια και κατοικίες – **3,000** έως **5,000** καταναλωτές.
- Από το **2005** έως το **2020** – δυναμικότητα θέρμανσης από τη μονάδα συμπαραγωγής του Αμυνταίου στα **7€/MWh**.
- **30 MW_{th}** μονάδα σύγκραυσης λιγνίτη/βιομάζας
- Τρέχον μείγμα καυσίμου (**50%-50%** energy ratio).
- Ψιλοτεμαχισμένο ξύλο (**20 €/MWh**)
- Λιγνίτης (**13€/MWh**)
- Η **τιμή πώλησης της παραγόμενης θερμότητας** αυξήθηκε από **41,3 €/MWh** (2019) σε **56,8 €/MWh** (2021).

Πρώτες ύλες βιομάζας με διαφορετικά χαρακτηριστικά



Έλλειψη συνεργασίας μεταξύ των παραγωγών



Δυσκολίες στην συμβολαιοποίηση προμήθειας βιομάζας



Εποχιακή διαφοροποίηση



Χαμηλή αξιοποίηση του συνολικού δυναμικού βιομάζας

Δυσκολίες στη διαχείριση και την τροφοδοσία

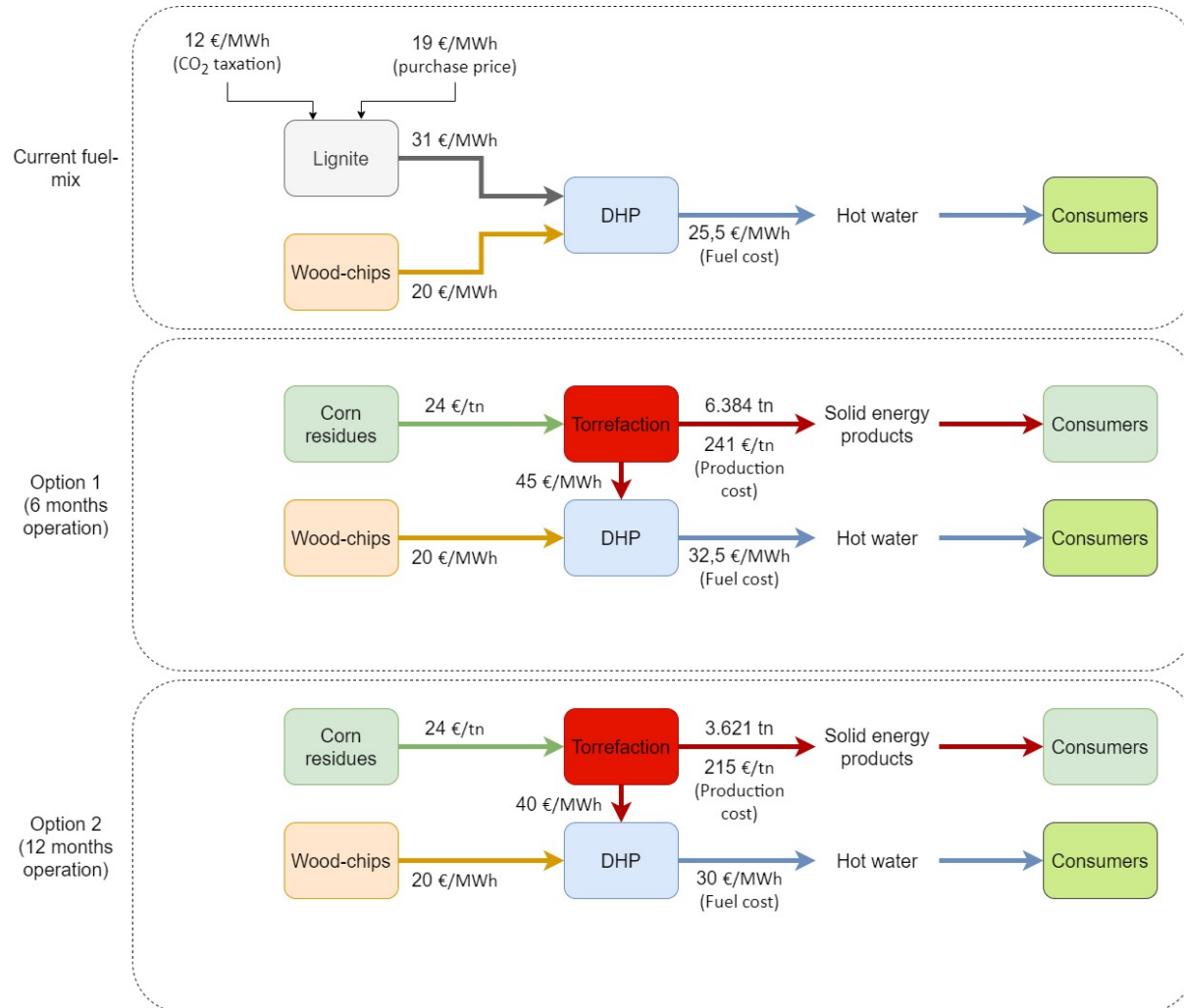
Αναξιοποίητες ποσότητες βιομάζας

Αστάθεια στις τιμές

Έλλειψη ασφάλειας εφοδιασμού

Ανάγκη για οργάνωση εφοδιαστικών αλυσίδων με την εμπλοκή τοπικών φορέων και παραγωγών

Εφαρμογή της φρύξης σε μονάδες τηλεθέρμανσης - Αλυσίδες αξίας με εξανθρακωμένη βιομάζα



- Ένα σημαντικό μέρος του κόστους είναι η προμήθεια βιομάζας.
- Για το τρέχον μείγμα καυσίμου: 50% lignite-50% wood chips (energy based)
 - Λιγνίτης: 35 €/τόνο (19 €/MWh)
 - Wood chips: 89 €/τόνο (19,84 €/MWh)
- Το κόστος προμήθειας βιομάζας καλαμποκιού είναι περίπου 24 €/τόνο και το μεταφορικό κόστος 0,05 €/τονοχιλιόμετρο.
- Η φρύξη (ανάλογα με την εφαρμογή) μπορεί να διπλασιάσει το συνολικό κόστος λειτουργίας, συγκριτικά με ενεργειακά ισοδύναμη ποσότητα ανεπεξέργαστης βιομάζας.
- Εμπορία περίσσειας βιοεξανθρακώματος → Μετριασμός του επενδυτικού κόστους.

ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ ΓΙΑ ΑΧΥΡΑ/ΚΛΑΔΟΔΕΜΑΤΑ



Φορτηγό

10-50 km

Τα υπολείμματα μεταφέρονται
κατευθείαν στην μονάδα
τηλεθέρμανσης



Άχυρο/
υπολείμματα
καλαμποκιού/
κλαδοδέματα

Φορτηγό

10-50 km

ή

Μονάδα φρύξης



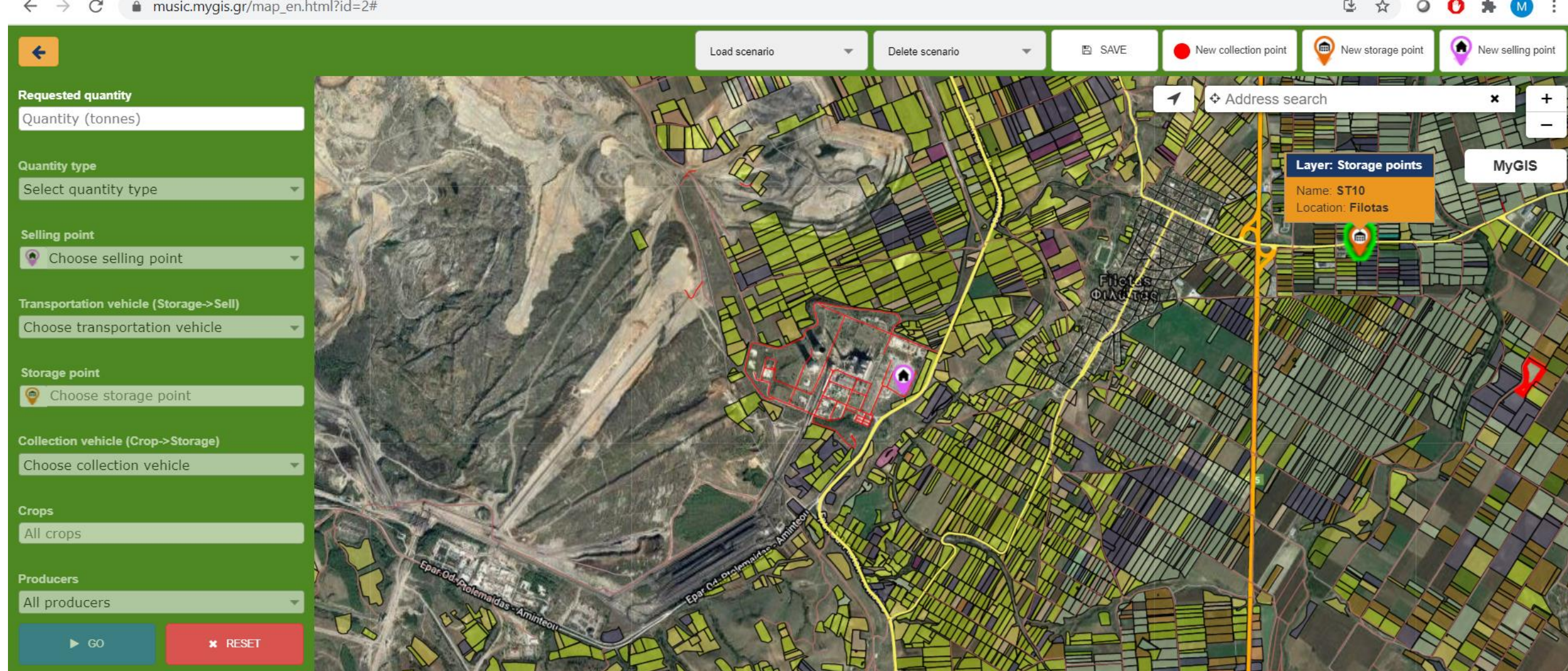
Τα υπολείμματα
μεταφέρονται στην
μονάδα φρύξης

Φορτηγό

~10 km

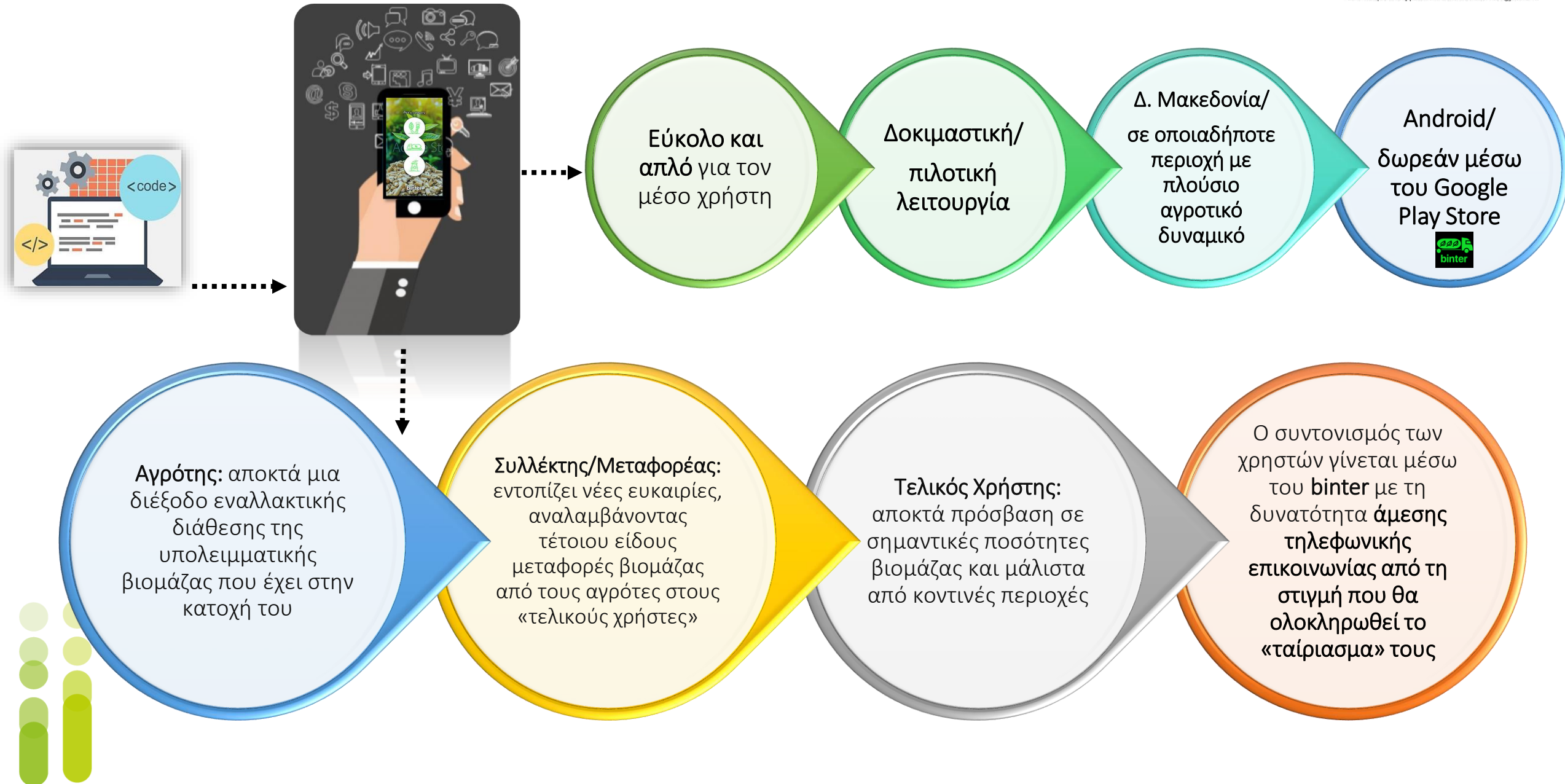
Μονάδα
τηλεθέρμανσης της
ΔΕΤΕΠΑ





- Ο χρήστης ορίζει μια **αποθήκη**, όπου συγκεντρώνεται η βιομάζα, η οποία μπορεί να είναι η ίδια η μονάδα φρύξης.
- Ο χρήστης επιλέγει **όχημα συλλογής και μεταφοράς** της βιομάζας,
- Ο χρήστης ορίζει **ένα σημείο πώλησης**.
- Έτσι δημιουργεί σενάρια τα οποία μπορεί να τροποποιήσει ανά πάσα στιγμή.
- Το αποτέλεσμα είναι ο υπολογισμός **συνολικού κόστους μεταφοράς της βιομάζας** καθώς και η συνολική απόσταση, διαδρομές και απαιτούμενος χρόνος για συγκεκριμένες εφοδιαστικές αλυσίδες

Η ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ - BINTER



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Στην Ελλάδα η περιοχή του Αμυνταίου έχει ξεχωριστό ενδιαφέρον λόγω της απόσυρσης των λιγνιτικών μονάδων και της εγκατάστασης της μονάδας τηλεθέρμανσης της ΔΕΤΕΠΑ, η οποία θα χρησιμοποιεί ως καύσιμο βιομάζα.
- Συνέργειες - αγρότες, μεταφορείς, τελικοί χρήστες → Κινητοποίηση ανεκμετάλλευστων ποσοτήτων → Ασφάλεια εφοδιασμού.
- Η διερεύνηση των τοπικών γεωργικών πρακτικών μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερη κατανόηση και αποτελεσματική οργάνωση της αλυσίδας εφοδιασμού βιομάζας και του σχετικού κόστους.
- Η δυνατότητα εφαρμογής της φρύξης σε τοπικό επίπεδο εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ελαχιστοποίηση του κόστους της συνολικής εφοδιαστικής αλυσίδας.
- Η φρύξη μπορεί να ομογενοποιήσει είδη βιομάζας με διαφορετικά χαρακτηριστικά → Τυποποίηση → Συμβολαιοποίηση.
- Το κόστος επένδυσης μιας μονάδας φρύξης σχετίζεται κυρίως με το μέγεθος του αντιδραστήρα και μπορεί ακόμη και να διπλασιάσει το συνολικό κόστος, ανάλογα με την εφαρμογή.



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Η φρύξη των αγροτικών/δασικών υπολειμμάτων μπορεί να αποτελέσει αποφασιστικό παράγοντα για την ενεργειακή τους αξιοποίηση.
- Ως μέθοδος επεξεργασίας, αντιμετωπίζει τεχνολογικές και μη-προκλήσεις (εξέλιξη των τεχνολογιών, έλλειψη προτυποποίησης, κατάλληλου νομοθετικού πλαισίου, κλπ).
- Η μικτή καύση ψιλοτεμαχισμένου ξύλου με λιγνίτη (ακόμη και με τον φόρο άνθρακα) είναι η πιο οικονομική επιλογή. Ωστόσο, είναι εφικτή μόνο εφόσον ο λιγνίτης είναι διαθέσιμος (μέχρι το 2025).
- Η ΔΕΤΕΠΑ μπορεί να αποκομίσει οικονομικό όφελος από την επένδυση στην φρύξη, σε περίπτωση που επεκτείνει τις δραστηριότητές της, δρώντας ως παραγωγός ενέργειας και ως πωλητής τυποποιημένων στερεών καυσίμων βιομάζας. Αν και υπάρχουν σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη από τη σταδιακή κατάργηση του λιγνίτη, ο τομέας της ενέργειας θα υποφέρει από σημαντικές αυξήσεις στο κόστος παραγωγής.



Σας ευχαριστώ
για την προσοχή
σας!

ΚΑΠΕ
Μυρσίνη Χρήστου
Ιωάννα Παπαμιχαήλ
Κώστας Τσιώτας

ΕΚΕΤΑ:
Κυριάκος Πανόπουλος
Τζουλιάννα Κράια
Γεώργιος Καρδαράς

Clube:
Ιωάννης Φάλλας
Νικόλαος Ντάβος

Για περισσότερες πληροφορίες:

mchrist@cres.gr

WWW.MUSIC-H2020.EU

[#MUSIC_H2020](https://twitter.com/MUSIC_H2020)



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 857806.



MUSIC

Market Uptake Support for Intermediate Bioenergy Carriers

