

Μοντελοποίηση και Τεχνικοοικονομική Ανάλυση Εφοδιαστικής Αλυσίδας Βιοκαυσίμων

Αιμ. Κονδύλη, Ι. Κ. Καλδέλλης,
Χρ. Παπαποστόλου
ΤΕΙ Πειραιά, Τμήμα Μηχανολογίας

Απρίλιος 2007

Στόχοι της εργασίας

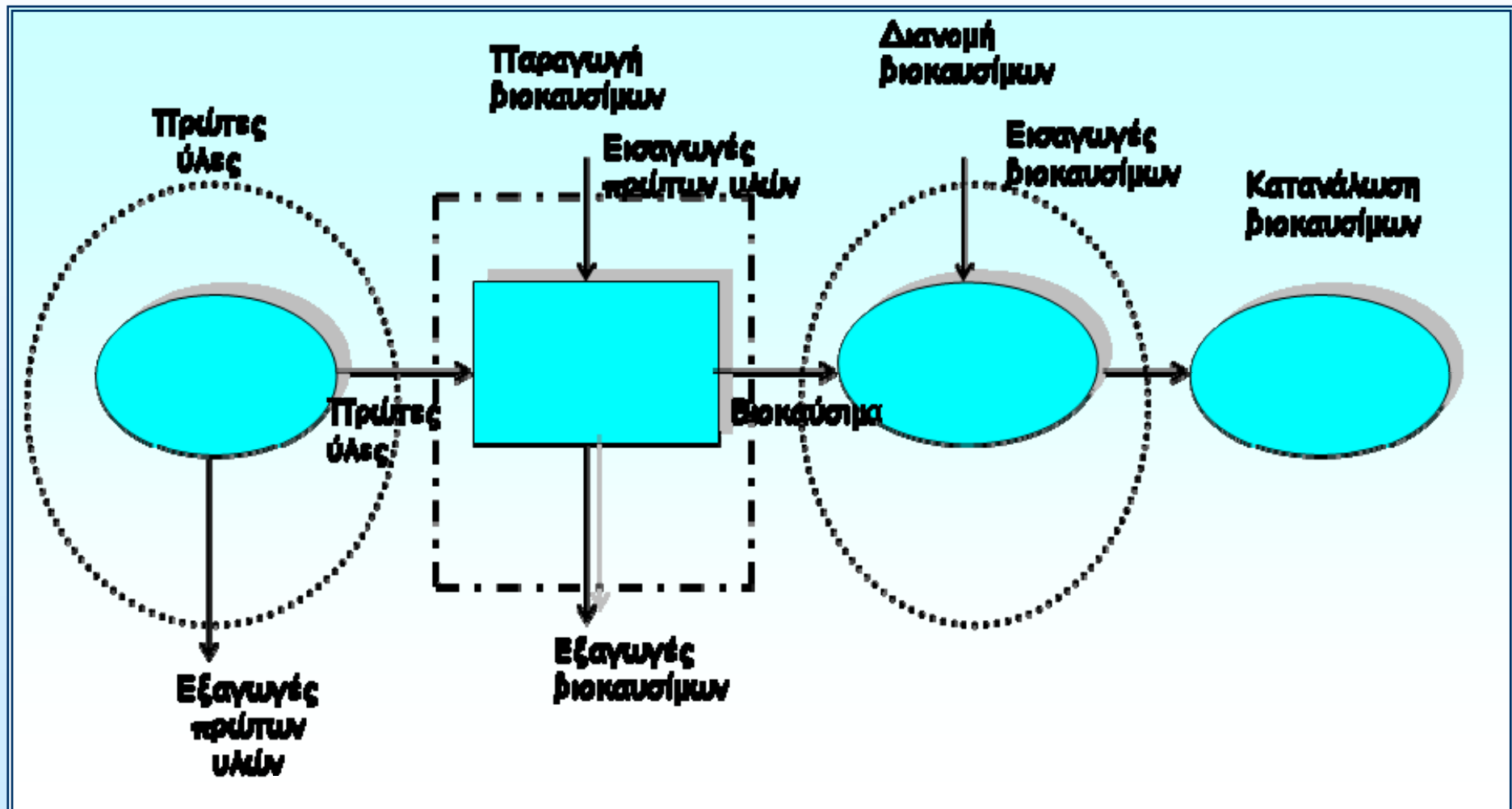
- Η τεχνική και οικονομική ανάλυση της λειτουργίας της αλυσίδας των βιοκαυσίμων
- Ο ορισμός και η ποσοτικοποίηση των βασικών παραμέτρων του προβλήματος
- Η ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου αριστοποίησης για το σχεδιασμό, την οργάνωση και τη λειτουργία της εφοδιαστικής αλυσίδας των βιοκαυσίμων

Η εφοδιαστική αλυσίδα των βιοκαυσίμων

Η εφοδιαστική αλυσίδα των βιοκαυσίμων περιλαμβάνει τις ακόλουθες δραστηριότητες:

- ❖ Την παραγωγή πρώτων υλών
- ❖ Την παραγωγή των βιοκαυσίμων
- ❖ Την ανάμιξη (όταν τα βιοκαύσιμα αναμειγνύονται με συμβατικά καύσιμα)
- ❖ Τη διανομή και την κατανάλωση

Η εφοδιαστική αλυσίδα των βιοκαυσίμων (σχηματικά)



Παράμετροι της αλυσίδας

Η απόφαση σε ποιο σημείο της εφοδιαστικής αλυσίδας θα εισέλθει κάθε χώρα είναι στρατηγικής σημασίας για την ανάπτυξη του τομέα.

- ❖ Η επιλογή της εγχώριας παραγωγής των πρώτων υλών καθορίζεται από τη διαθεσιμότητα και καταλληλότητα της γης
- ❖ Η εγχώρια παραγωγή των βιοκαυσίμων καθορίζεται από τη δυνατότητα και τη δυναμικότητα παραγωγικών μονάδων της χώρας
- ❖ Οι συνολικές ανάγκες μπορεί να καλύπτονται από την εγχώρια παραγωγή ή / και εισαγωγές

Παράμετροι της αλυσίδας (συν.)

Ορθολογική αξιολόγηση όλων των δυνατοτήτων και των επιλογών προϋποθέτει:

- ❖ Κατανόηση των επιμέρους παραμέτρων της εφοδιαστικής αλυσίδας
- ❖ Σωστή ποσοτική εκτίμηση των παραμέτρων αυτών
- ❖ Τεχνικοοικονομική ανάλυση των εναλλακτικών επιλογών

Σκοπιμότητα ανάπτυξης μαθηματικού μοντέλου

Η προσπάθεια ανάπτυξης μαθηματικού μοντέλου στην αριστοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας των βιοκαυσίμων συντελεί ουσιαστικά

- ❖ στη διατύπωση του είδους των αποφάσεων που πρέπει να ληφθούν (στρατηγικές επιλογές),

- ❖ σε μία σειρά από θέματα οργάνωσης και λειτουργίας της εφοδιαστικής αλυσίδας των βιοκαυσίμων

Τα προς αντιμετώπιση προβλήματα

- ❖ Επιλογή εκτάσεων που θα καλλιεργηθούν με συγκεκριμένες πρώτες ύλες βιοκαυσίμων - επιλογή πρώτων υλών
- ❖ Ποσότητες παραγωγής κάθε μίας από τις πρώτες ύλες, που εν δυνάμει θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν, άρα αντίστοιχα μεγέθη καλλιεργούμενων εκτάσεων
- ❖ Επιλογή δημιουργίας παραγωγικής υποδομής με τις αντίστοιχες επενδύσεις για την παραγωγή των βιοκαυσίμων

Τα προς αντιμετώπιση προβλήματα

- ❖ Ποσότητες από κάθε μία από τις πρώτες ύλες που θα μπορούσαν ή θα έπρεπε να εισαχθούν από το εξωτερικό
- ❖ Ποσότητες βιοκαυσίμων που θα πρέπει να παραχθούν από κάθε μία από τις πρώτες ύλες
- ❖ Ποσότητες και είδος βιοκαυσίμων που θα πρέπει να εισαχθούν
- ❖ Απόφαση δημιουργίας υποδομής δικτύου διανομής βιοκαυσίμων ή αξιοποίησης της ήδη υπάρχουσας από τα συμβατικά καύσιμα

Σκοπιμότητα ανάπτυξης μαθηματικού μοντέλου

Ο στόχος ως προς τον οποίο επιλύεται το πρόβλημα μπορεί να είναι:

- ❖ Η μεγιστοποίηση της εγχώριας προστιθέμενης αξίας
- ❖ Η μεγιστοποίηση του συνολικού οικονομικού οφέλους
- ❖ Έπιμέρους κριτήρια αριστοποίησης, τοπικής εμβέλειας

Σκοπιμότητα ανάπτυξης μαθηματικού μοντέλου

Ο στόχος ως προς τον οποίο επιλύεται το πρόβλημα μπορεί να είναι:

- ❖ Η μεγιστοποίηση της εγχώριας προστιθέμενης αξίας
- ❖ Η μεγιστοποίηση του συνολικού οικονομικού οφέλους
- ❖ Έπιμέρους κριτήρια αριστοποίησης, τοπικής εμβέλειας

Ορισμός Συστήματος

Ορίζονται εξ αρχής

- ❖ η γεωγραφική εμβέλεια και
- ❖ ο χρονικός ορίζοντας επίλυσης του προβλήματος

Κριτήρια αριστοποίησης

Μεγιστοποίηση συνολικής αξίας εφοδιαστικής αλυσίδας βιοκαυσίμων (ή Κέρδους ή Οφέλους) =

Συνολικό Όφελος

(από τα βιοκαύσιμα,
την ενέργεια

τα άλλα παραγόμενα προϊόντα) - Συνολικό Κόστος

(από την παραγωγή των πρώτων υλών,

την παραγωγή των βιοκαυσίμων,

τη διανομή)

Κριτήρια αριστοποίησης (συν.)

Μεγιστοποίηση της εγχώριας προστιθέμενης αξίας

ή

Ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους παραγωγής
βιοκαυσίμων

ή

Ελαχιστοποίηση των ποσοτήτων εισαγομένων πρώτων υλών

ή

Ελαχιστοποίηση των ποσοτήτων εισαγομένων βιοκαυσίμων

ή

Ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την
παραγωγή βιοκαυσίμων

Περιορισμοί

- **Δυναμικότητα παραγωγής πρώτων υλών**

(χρήση, διαθεσιμότητα, καταλληλότητα γης)

Η παραγόμενη ποσότητα πρώτων υλών εξαρτάται από την απόδοση της γης στη συγκεκριμένη πρώτη ύλη.

- **Μετατροπή πρώτων υλών σε βιοκαύσιμα - απόδοση.**

Η παραγόμενη ποσότητα βιοκαυσίμων από κάθε πρώτη ύλη καθορίζεται από την αντίστοιχη απόδοση.

- **Δυναμικότητα παραγωγικών εγκαταστάσεων**

(εργοστάσια παραγωγής βιοκαυσίμων)

Η παραγόμενη ποσότητα βιοκαυσίμων εξαρτάται από την αντίστοιχη δυναμικότητα του εργοστασίου παραγωγής.

Περιορισμοί (συν.)

- ❖ **Ικανοποίηση της ζήτησης της αγοράς.** Η ζητούμενη από την αγορά ποσότητα βιοκαυσίμων θα ικανοποιηθεί είτε από εγχώρια παραγωγή ή από εισαγωγές.
- ❖ Η ποσότητα πρώτων υλών που παράγεται και δεν αξιοποιείται παραγωγικά στην Ελλάδα, εξάγεται
- ❖ Η ποσότητα πρώτων υλών που απαιτείται για την παραγωγή βιοκαυσίμων και δεν διατίθεται από εγχώριες πρώτες ύλες εισάγεται.
- ❖ **Ισοζύγια μάζας** λαμβάνοντας υπόψιν συντελεστές απόδοσης στις παραγωγικές μονάδες.
- ❖ Η ποσότητα βιοκαυσίμων που απαιτείται για να ικανοποιήσει τις ανάγκες μίας αγοράς και δεν διατίθεται τοπικά, εισάγεται

Παράμετροι του προβλήματος

- ❖ Αποδοτικότητα του εδάφους σε κάθε μία πρώτη ύλη
- ❖ Διατιθέμενη έκταση (δυναμικότητα) για κάθε μία πρώτη ύλη
- ❖ Κόστος παραγωγής / ανάπτυξης πρώτων υλών
- ❖ Κόστος παραγωγής βιοκαυσίμων στο εργοστάσιο
- ❖ Αποδοτικότητα της παραγωγής βιοκαυσίμων από κάθε μία από τις πρώτες ύλες
- ❖ Κόστος μεταφοράς πρώτων υλών
- ❖ Κόστος μεταφοράς βιοκαυσίμων
- ❖ Περιβαλλοντικές (μετρήσιμες) επιπτώσεις κάθε μιας των μεθόδων

Μεταβλητές του προβλήματος

- ❖ Ποσότητα καλλιεργούμενη τοπικά κάθε τύπου πρώτης ύλης
- ❖ Πότε και πόση επιπλέον ποσότητα πρώτων υλών θα πρέπει να καλλιεργηθεί
- ❖ Ποσότητα από κάθε είδος πρώτης ύλης που μετατρέπεται σε κάθε τύπο βιοκαυσίμου
- ❖ Εισαγόμενη ποσότητα από κάθε είδος πρώτης ύλης
- ❖ Παραγόμενη στη συγκεκριμένη βιομηχανική μονάδα ποσότητα από κάθε τύπο βιοκαυσίμου
- ❖ Εισαγόμενη ποσότητα από κάθε τύπο βιοκαυσίμου
- ❖ Μεταφερόμενη ποσότητα πρώτων υλών (επιφέρει αντίστοιχο κόστος μεταφοράς)
- ❖ Μεταφερόμενη ποσότητα βιοκαυσίμων ή πρώτων υλών

Οικονομικά στοιχεία βιοκαυσίμων

Το κόστος των βιοκαυσίμων περιλαμβάνει:

- ❖ Το κόστος πρώτων υλών (καλλιέργειας)
- ❖ Το κόστος παραγωγής (παραγωγή βιοκαυσίμων σε εργοστάσια), και
- ❖ Το κόστος μεταφοράς (logistics) και διαχείρισης.

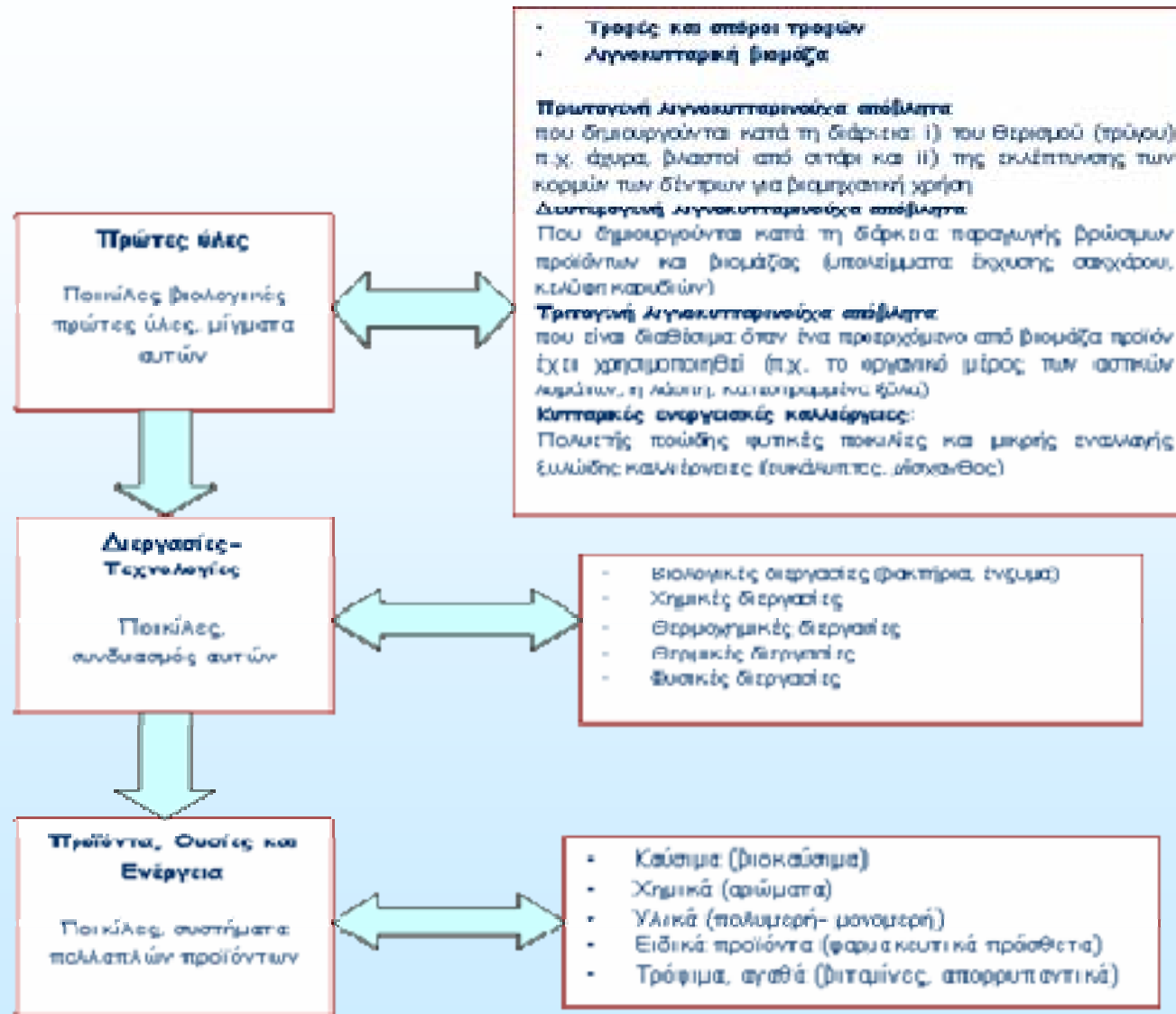
Οικονομικά στοιχεία βιοκαυσίμων (κόστος βιοαιθανόλης)

Συντελεστής Κόστους	Μονάδες	Τιμή
Μέση Απόδοση Σίτου	(T/Ha)	3,6
Κόστος πρώτων υλών	(EUR/Ha)	650
Επεξεργασία Βιοαιθανόλης		
Απόδοση μετατροπής σίτου σε Βιοαιθανόλη	(L/Ton)	400
Απόδοση σε Βιοαιθανόλη	(L/Ha)	1440
Πρόσθετα		
Ένζυμα και άλλα Χημικά	(EUR/Ha)	126,72
Άλλα κόστη		
Ηλεκτρική Ενέργεια	(EUR/Ha)	31,68
Κόστος Ατμού	(EUR/Ha)	146,88
Κόστος Εργασίας	(EUR/Ha)	44,64
Αποσβέσεις	(EUR/Ha)	158,4
Συνολικό Κόστος Βιοαιθανόλης	(EUR/Ha)	1158,32
Συνολικό Κόστος Βιοαιθανόλης	(EUR/lt)	0,8

Οικονομικά στοιχεία βιοκαυσίμων (κόστος biodiesel)

Συντελεστής Κόστους	Μονάδες	Τιμή
Μέση Απόδοση σε Ηλίανθο	(T/Ha)	1,4
Κόστος πρώτων υλών	(EUR/Ha)	300
Επεξεργασία Βιοντίζελ		
Απόδοση σε έλαιο (35% του ηλίανθου)	Kg/Ha	490
Κόστος συμπίεσης	EUR	30,63
Πρόσθετα		
Καταλύτης (1% του εξαγομένου ελαίου)	(EUR/Ha)	4,07
Μεθανόλη (10% του εξαγομένου ελαίου)	(EUR/Ha)	14,21
Νερό (1,28 lt νερού για 1 κιλό έλαιο)	(EUR/Ha)	0,27
Χρήση ενέργειας για την παραγωγή λαδιού		
Ηλεκτρική Ενέργεια	(EUR/Ha)	4,07
Άλλα κόστη		
Αποθήκευση σπόρου		7,59
Κόστος Εργασίας	(EUR/Ha)	31,51
Αποσβέσεις	(EUR/Ha)	43,27
Συνολικό Κόστος Βιοντίζελ (με πώληση παραπροϊόντων)	(EUR/lt)	0,64
Συνολικό Κόστος Βιοντίζελ	(EUR/lt)	0,81

Βιοδιυλιστήρια



Συμπεράσματα

- ❖ Ο τομέας των βιοκαυσίμων έχει ενδιαφέρον για μία χώρα εφόσον
- ❖ δημιουργεί προοπτικές ανάπτυξης και προστιθέμενης αξίας με την παραγωγή των πρώτων υλών ή/και των βιοκαυσίμων στην ίδια τη χώρα.

Οι αποφάσεις σχετικά με την ανάπτυξη και τη λειτουργία της εφοδιαστικής αλυσίδας - και αποφάσεων δημιουργίας της αντίστοιχης υποδομής - διέπονται από

- ❖ στόχους,
- ❖ τεχνικές και οικονομικές παραμέτρους και
- ❖ περιορισμούς.

Συμπεράσματα (συν.)

Στην εργασία προτείνεται η ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου αριστοποίησης, που συντελεί σημαντικά στην αξιολόγηση διαφόρων εναλλακτικών σεναρίων,

- ❖ τόσο στην επιλογή των πρώτων υλών,
- ❖ όσο και την ανάλυση των επιλογών που σχετίζονται με την εγχώρια παραγωγή των βιοκαυσίμων.