

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



«ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΣΤΙΣ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ»

"2^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Εναλλακτικών Καυσίμων και Βιοκαυσίμων"

Καρδίτσα 26 - 27 Απριλίου, 2007

ΦΩΤΕΙΝΗΣ ΣΠΥΡΟΣ, ΒΟΛΙΚΑΚΗ ΧΡΥΣΑ, ΠΑΠΠΑΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ, ΤΣΟΥΤΣΟΣ
ΘΕΟΧΑΡΗΣ*

* ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ



Εργαστήριο Ανανεώσιμων και Βιώσιμων Ενεργειακών Συστημάτων
Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος
Πολυτεχνείο Κρήτης

Αντικείμενο μελέτης

Ανάλυση κύκλου ζωής (ΑΚΖ) βιοαιθανόλης παραγομένης από ζαχαρότευτλα της ευρύτερης περιοχής της Θεσσαλίας

Σκοπός μελέτης

Εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που συνδέονται με τη διαδικασία παραγωγής της βιοαιθανόλης



Βασικές έννοιες

- **Ενεργειακές Καλλιέργειες:** Καλλιέργειες που τα τελικά προϊόντα τους χρησιμοποιούνται ως πρώτη ύλη για παραγωγή βιοκαυσίμων (βιοντίζελ, βιοαιθανόλη), για παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας.
- **Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ):** Εργαλείο εκτίμησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων που συνδέονται με προϊόντα, διεργασίες, δραστηριότητες, προσδιορίζοντας και ποσοτικοποιώντας ενέργεια και υλικά που χρησιμοποιούνται και απόβλητα που δημιουργούνται.
- **SimaPro 7.0:** Λογισμικό πρόγραμμα για εκτίμηση και ανάλυση περιβαλλοντικών επιπτώσεων που σχετίζονται με όλα τα στάδια ζωής ενός προϊόντος



Βιοαιθανόλη

- Αιθυλική αλκοόλη (C_2H_5OH)
- Άχρωμο, διαυγές βιοαποικοδομήσιμο υγρό, χαμηλής τοξικότητας
- Βιοκαύσιμο – υποκατάστατο της βενζίνης
- Παράγεται με αλκοολική ζύμωση σακχαρούχων και κυτταρινούχων υλικών
- Πρώτη ύλη: ζαχαρότευτλα, σόργο, σιτάρι, καλαμπόκι, ξύλο κ.ά.
- Τέλεια καύση: $C_2H_5OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$
- Ελάχιστη περιβαλλοντική μόλυνση
- E10: Συνηθέστερο μίγμα (10% βιοαιθανόλη, 90% βενζίνη)



Περιβαλλοντικά οφέλη βιοκαυσίμων

ΠΗΓΗ: ΚΑΠΕ



- Καύσιμα ουδέτερα σε CO₂
- Θετική συνεισφορά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου
- Προστασία από τη διάβρωση του εδάφους
- Χαμηλές εισροές σε φυτοφάρμακα και λιπάσματα
- Ειμετάλλευση εδαφών με χαμηλή γονιμότητα



Εργαστήριο Ανανεώσιμων και Βιώσιμων Ενεργειακών Συστημάτων
Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος
Πολυτεχνείο Κρήτης

Κοινωνικά και οικονομικά οφέλη

ΠΗΓΗ: ΚΑΠΕ

- Προσφορά εναλλακτικών λύσεων καλλιέργειας
- Ενδυνάμωση γεωργικού χώρου – ενίσχυση αγροτικού εισοδήματος
- Ενίσχυση της περιφέρειας και των λιγότερο αναπτυγμένων περιοχών
- Σταδιακή απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα
- Εξασφάλιση αειφόρου περιφερειακής ανάπτυξης



Εργαστήριο Ανανεώσιμων και Βιώσιμων Ενεργειακών Συστημάτων
Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος
Πολυτεχνείο Κρήτης

Παραγωγή βιοαιθανόλης

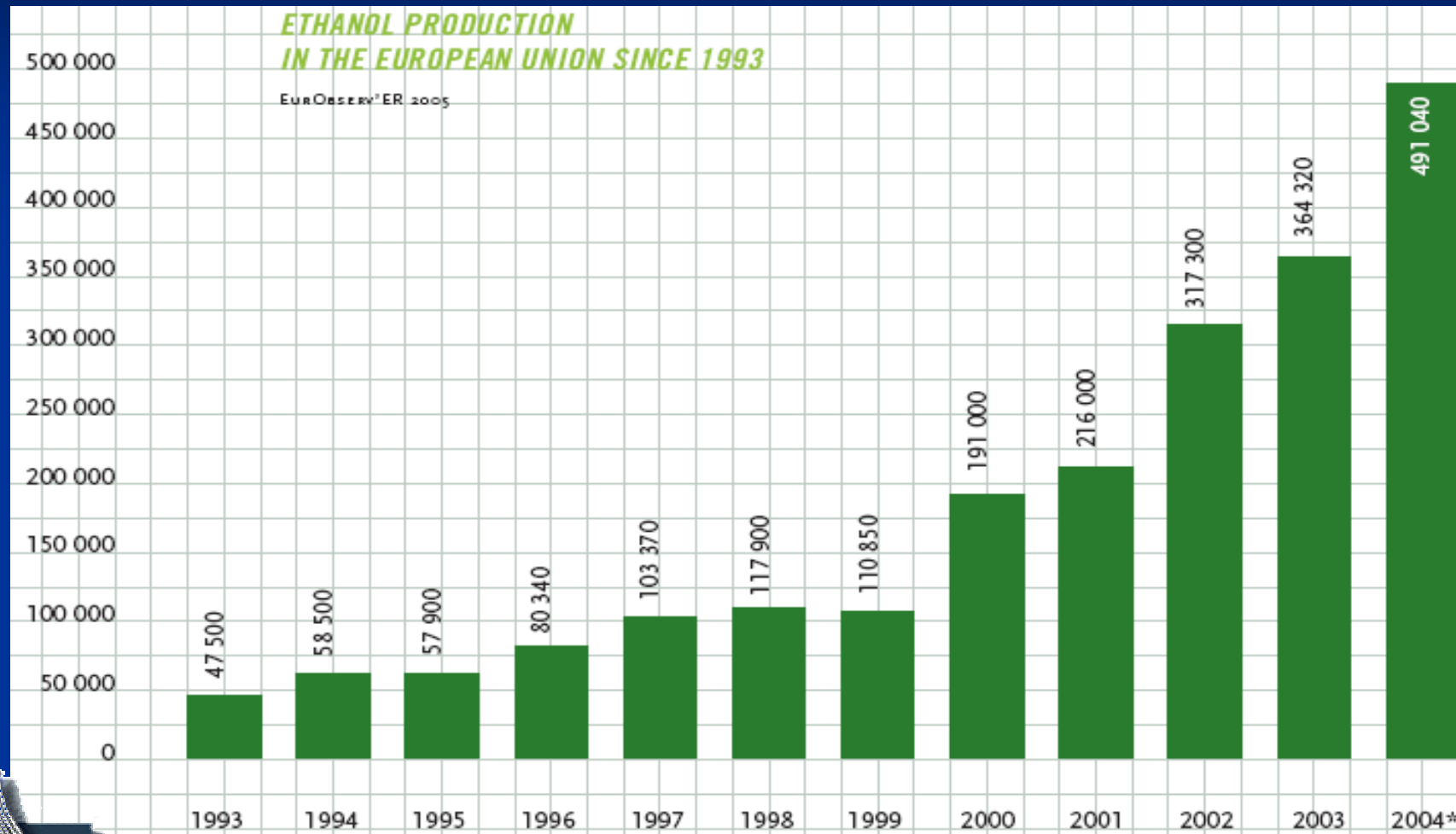
ΠΗΓΗ: ΚΑΠΕ

- 2% της παγκόσμιας αγοράς βενζίνης
- Παγκόσμια παραγωγή: $\sim 37 \cdot 10^9$ λίτρα
- Βραζιλία: $\sim 17 \cdot 10^9$ λίτρα
- ΗΠΑ: $\sim 14 \cdot 10^9$ λίτρα
- Κίνα: $\sim 5 \cdot 10^9$ λίτρα
- Ε.Ε.₂₅ : $\sim 750 \cdot 10^6$ λίτρα
- Ελλάδα: Ελπιδοφόρα μηνύματα από την Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης



Παραγωγή βιοαιθανόλης στην Ε.Ε (tn/year)

ΠΗΓΗ: BIOFUELS BAROMETER



Εργαστήριο Ανανεώσιμων και Βιώσιμων Ενεργειακών Συστημάτων
Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος
Πολυτεχνείο Κρήτης

Παράγωγή βιοαιθανόλης στην Ε.Ε (2004 και 2005)

ΠΗΓΗ: BIOFUELS BAROMETER

ETHANOL PRODUCTION IN THE EUROPEAN UNION IN 2004 AND 2005 (IN TONS)

<i>Pays/Countries</i>	2004	2005
<i>Espagne/Spain</i>	202 354	240 000
<i>Suède/Sweden</i>	56 529	130 160
<i>Allemagne/Germany</i>	20 000	120 000
<i>France/France</i>	80 887	99 780
<i>Pologne/Poland</i>	38 270	68 000
<i>Finlande/Finland</i>	3 768	36 800
<i>Hongrie/Hungary</i>	—	11 840
<i>Lituanie/Lithuania</i>	—	6 296
<i>Pays-Bas/Netherlands</i>	11 146	5 971
<i>Rép. tchèque/Czech Rep.</i>	—	1 120
<i>Lettonie/Latvia</i>	9 800	960
Total UE/EU	422 754	721 927



Εργαστήριο Ανανεώσιμων και Βιώσιμων Ενεργειακών Συστημάτων
Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος
Πολυτεχνείο Κρήτης

Παραγωγή βιοαιθανόλης από τεύτλα

Για την εξαγωγή του ζαχαρώδους χυμού από τα τεύτλα ακολουθούνται τα εξής στάδια:

- Παραλαβή, πλύσιμο, τεμαχισμός τεύτλων
- Ειχύλιση πρώτων υλών, παραγωγή σακχαρούχου διαλύματος, κατόπιν ακολουθούν τα στάδια του:
- Καθαρισμός του σακχαρούχου διαλύματος από ξένες ουσίες
- Ζύμωση σακχαρούχου διαλύματος
- Απόσταξη, παραγωγή αιθανόλης
- Αφυδάτωση, παραγωγή άνυδρης αιθανόλης



Οι ενεργειακές απαιτήσεις για το στάδιο επεξεργασίας των τεύτλων παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα

Διεργασία	Απαιτούμενη ενέργεια
Πλυντήριο Τεύτλων	32.565 kJ
Τεμαχισμός	16.315 kJ
Εκχύλιση	514, 57 MJ
Καθαρισμός Χυμού	1591,62 MJ
Ζύμωση Απόσταξη Αφυδάτωση	6100 MJ



Παραδοχές:

Για τις διεργασίες κατά το στάδιο της καλλιέργειας

Διεργασίες	Μηχανήματα που χρησιμοποιήθηκαν από την βιβλιοθήκη του Simapro	Αριθμός χρήσης ανά στρέμμα
Όργωμα	Tillage, ploughing/CH U	1
Σπορά	Planting/CH U	1
Άρδευση	Irrigating/CH U	1
Λίπανση - Ζιζανιοκτόνα	fertilizing, by broadcaster/ CH U	6
Όργωμα	Tillage, harrowing, by spring tine harrow/CH U	1
Συγκομιδή	Harvesting, by complete harvester, beers/CH U	1



Απαραίτητα θρεπτικά συστατικά για την σωστή ανάπτυξη των ζαχαρότευτλων

Θρεπτικά	Ποσότητα ανά εκτάριο	Ζιζανιοκτόνα	Ποσότητα ανά εκτάριο
Νερό	4500 L	Maneb	1,0000 kg
Λιπάσματα		Desmedipham	0,0233 kg
Άζωτο (N)	12 kg	Phenmedipham	0,0233 kg
Κάλιο (K_2O)	20 kg	Ethofusanate	0,0233 kg
Φώσφορος (P_2O_5)	10 kg	Metamitron	0,2470 kg
		Parafinic oil	0,3500 kg
		Haloxypoph	0,0133 kg
		Methidathion	0,2000 kg

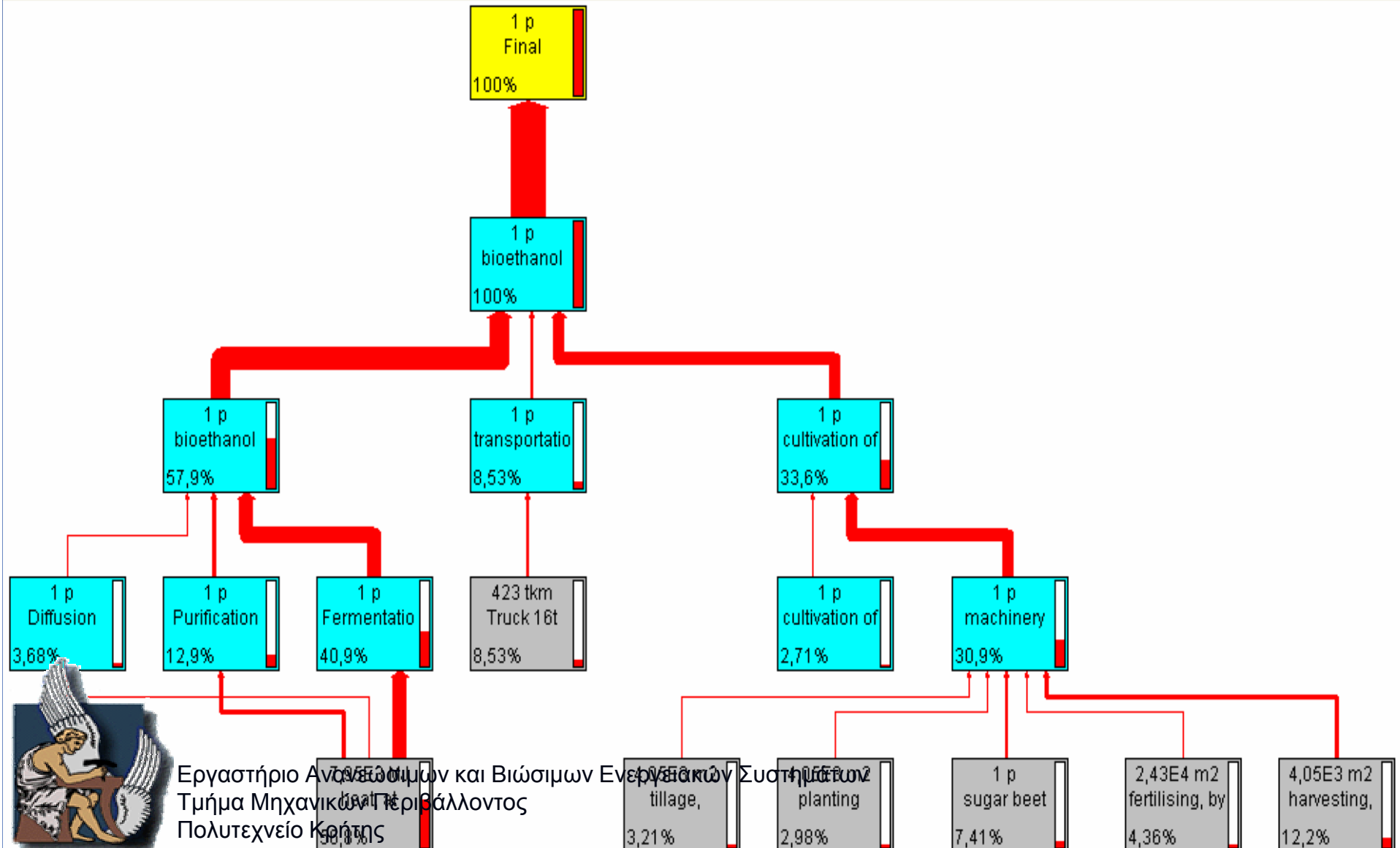


Μεταφορά

- Μια μέση απόσταση 65 km μεταξύ τόπου παραγωγής και εργοστασίου βιοαιθανόλης θεωρήθηκε. Ως μέσο μεταφοράς θεωρήσαμε αγροτικούς ελκιστήρες και μικρά φορτηγά.



Δένδρο όλων των διεργασιών που λαμβάνουν χώρα στην παραγωγή βιοαιθανόλης από ζαχαρότευτλα



Αποτελέσματα

Περιβαλλοντική επιβάρυνση κατά το στάδιο καλλιέργειας

Θρεπτικά	Περιβαλλοντικό φορτίο (100 %)
Άζωτο (N)	63,7
Φώσφορος (P ₂ O ₅)	18,2
Κάλιο (K ₂ O)	11,1
Σπόροι σακχαρότευτλου	2,5
Ζιζανιοκτόνα	4,5
Μηχανήματα	Περιβαλλοντικό φορτίο (100 %)
Όργωμα	10,4
Σπορά	9,4
Άδρευση	24,0
Λίπανση	14,1
2 ^ο όργωμα	2,2
Συγκομιδή	39,6

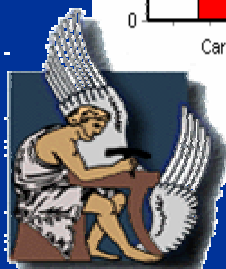
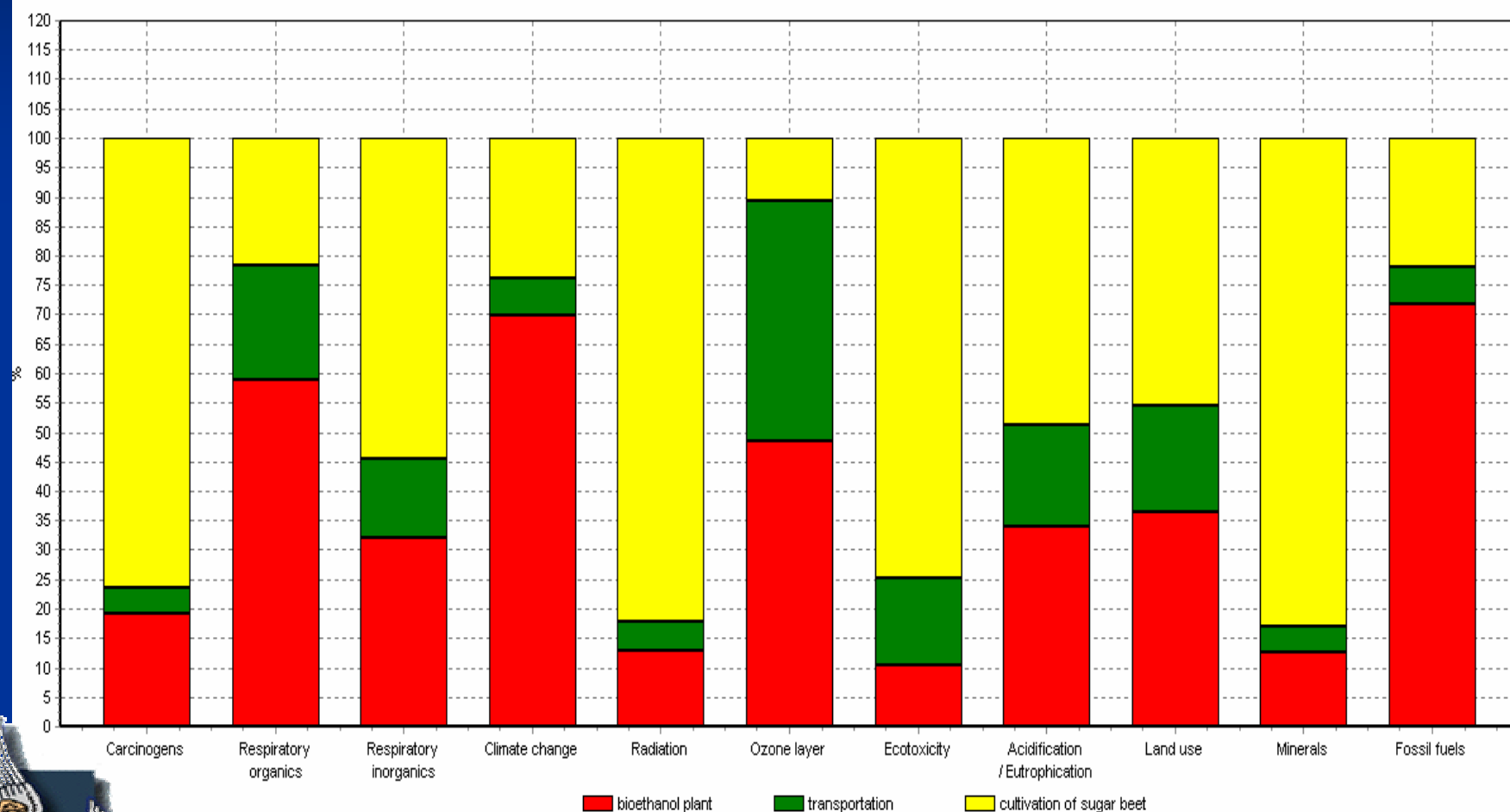


Περιβαλλοντική επιβάρυνση όλων των διεργασιών για την παραγωγή βιοαιθανόλης

Διεργασία	Περιβαλλοντικό φορτίο (100 %)
Καλλιέργεια ζαχαρότευτλου	33,6
-Θρεπτικά	2,71
-Μηχανήματα	30,9
Μεταφορά	8,53
Εργοστάσιο παραγωγής βιοαιθανόλης	57,9
-Διάχυση	3,68
- Καθαρισμός χυμού	12,9
- Ζύμωση Απόσταξη Αφυδάτωση	40,9



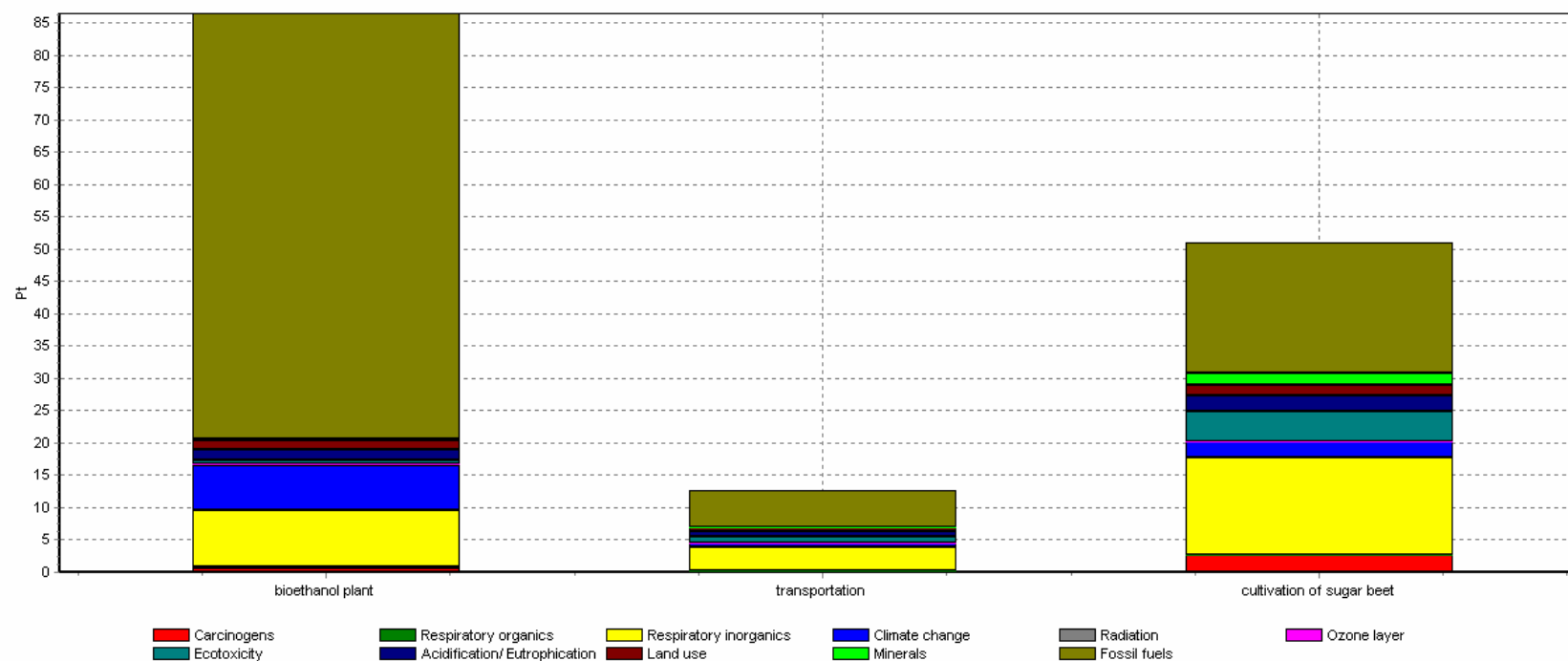
Ραβδόγραμμα κυριών περιβαλλοντικών επιπτώσεων προερχομένων από τα τρία στάδια παραγωγής βιοαιθανόλης χρησιμοποιώντας την μέθοδο *Eco-Indicator 99*



icator 99 (E) V2.03 / Europe EI 99 E/E / characterization

Εργαστήριο Ανανεώσιμων και Βιώσιμων Ενεργειακών Συστημάτων
Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος
Πολυτεχνείο Κρήτης

Ραβδόγραμμα των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των τριών σταδίων παραγωγής βιοαιθανόλης χρησιμοποιώντας την μέθοδο *Eco-Indicator 99*



?, Method: Eco-indicator 99 (E) V2.03 / Europe EI 99 E/E / single score



Συμπεράσματα- συζήτηση

- Το κύριο φορτίο περιβαλλοντικών επιπτώσεων προέρχεται από το στάδιο επεξεργασίας του ζαχαρότευτλου ακολουθούμενο από το στάδιο καλλιέργειας. Το στάδιο της μεταφοράς συνεισφέρει σε μικρό ποσοστό.

Τρόποι αντιμετώπισης:

- Αντικατάσταση των συμβατικών καυσίμων με βιοαιθανόλη και για τα τρία στάδια



Μια ακόμη σημαντική περιβαλλοντική παράμετρος είναι η εκπομπή ανόργανων σωματιδίων. Για την μείωση τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν:

- μηχανημάτων νέας τεχνολογίας στο στάδιο καλλιέργειας και μεταφοράς
- χρησιμοποίηση φίλτρων στο εργοστάσιο παραγωγής



Ευχαριστούμε πολύ για την
προσοχή σας



Εργαστήριο Ανανεώσιμων και Βιώσιμων Ενεργειακών Συστημάτων
Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος
Πολυτεχνείο Κρήτης