



2^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Εναλλακτικών Καυσίμων και Βιοκαυσίμων, 26-27 Απριλίου 2007, Λίμνη
Πλαστήρα Νεοχώρι Καρδίτσας



Βιοκαύσιμα και Ενεργειακές Καλλιέργειες

Κωνσταντίνος Κίττας

¹Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος,
Εργαστήριο Γεωργικών Κατασκευών και Ελέγχου Περιβάλλοντος. Οδός Φυτόκου Ν. Ιωνία Μαγνησίας,
38334 Βόλος

²Κέντρο Έρευνας, Τεχνολογίας & Ανάπτυξης Θεσσαλίας, Ινστιτούτο Τεχνολογίας & Διαχείρισης
Αγροοικοσυστημάτων, 1η ΒΙ.ΠΕ Βόλου, Τεχνολογικό Πάρκο Θεσσαλίας, 38500 Βόλος



Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας - Βιομάζα

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας καλούνται να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στο συνεχώς μεταβαλλόμενο χάρτη της ενέργειας. Η βιομάζα έχει αναγνωρισθεί ως μια από τις πιο σημαντικές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, κυρίως λόγω των πολλαπλών πλεονεκτημάτων που απορρέουν τόσο από την παραγωγή αλλά και από την αξιοποίηση της για ενέργεια και άλλα προϊόντα.



Σημασία της βιομάζας στην παραγωγή ενέργειας από Α.Π.Ε

- Λευκή Βίβλος, Com(1997)/599,
- Πράσινη Βίβλος COM (2000) 769,
- Οδηγία για ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ 2001/77EC,
- Συμφωνία για το Πρωτόκολλο του Κυото (UNFCCC Kyoto Protocol),
- Οδηγία για Βιοκαύσιμα 2003/30/EC,
- Οδηγία για τις εκπομπές αερίων ρύπων του θερμοκηπίου 2003/87/EC)

Ο χρυσός του μέλλοντος θα είναι πράσινος

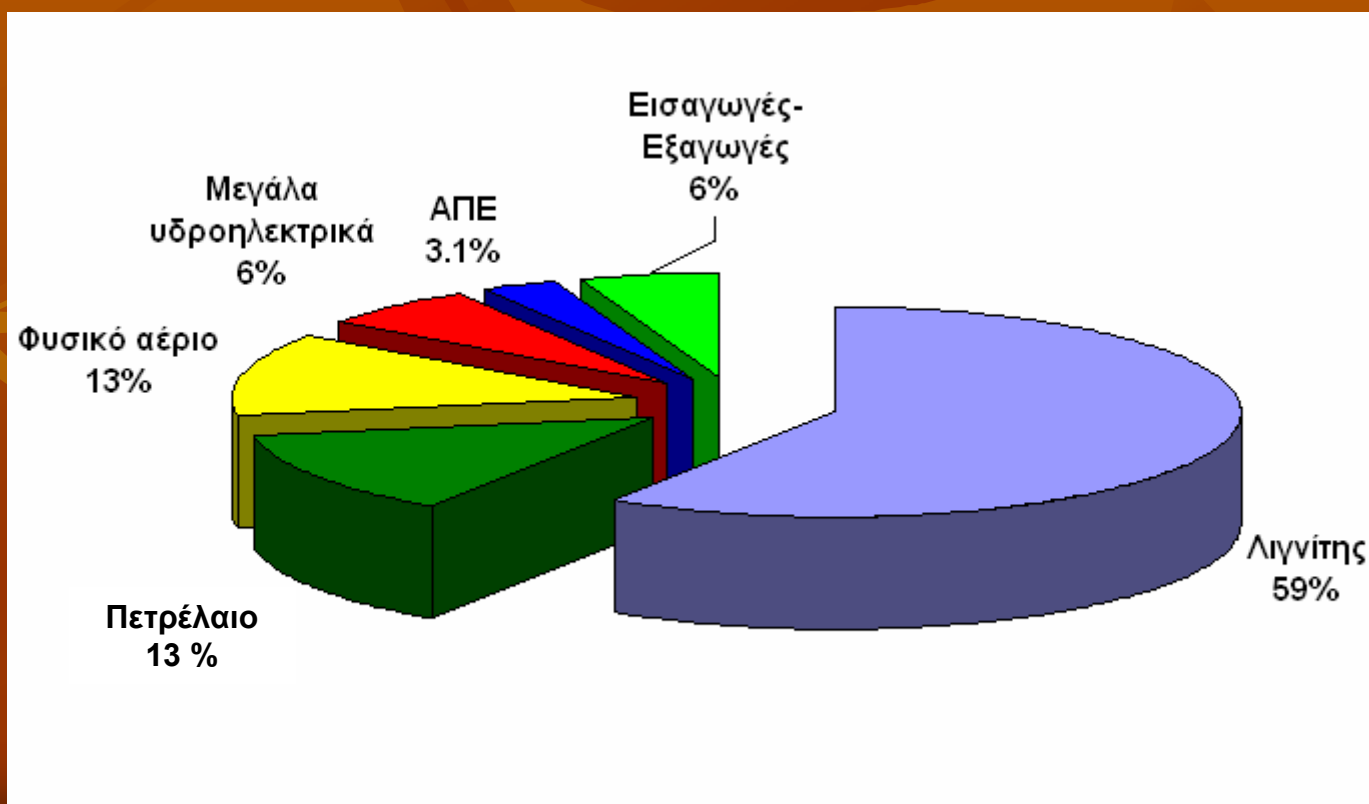
Ενεργειακή Κατανάλωση στην Ελλάδα - Συμμετοχή των Α.Π.Ε

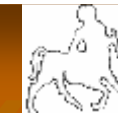
Κατανάλωση ηλεκτρισμού (2005) 57.8 TWh

Συνολική εγκατεστημένη ισχύς 12500 MW

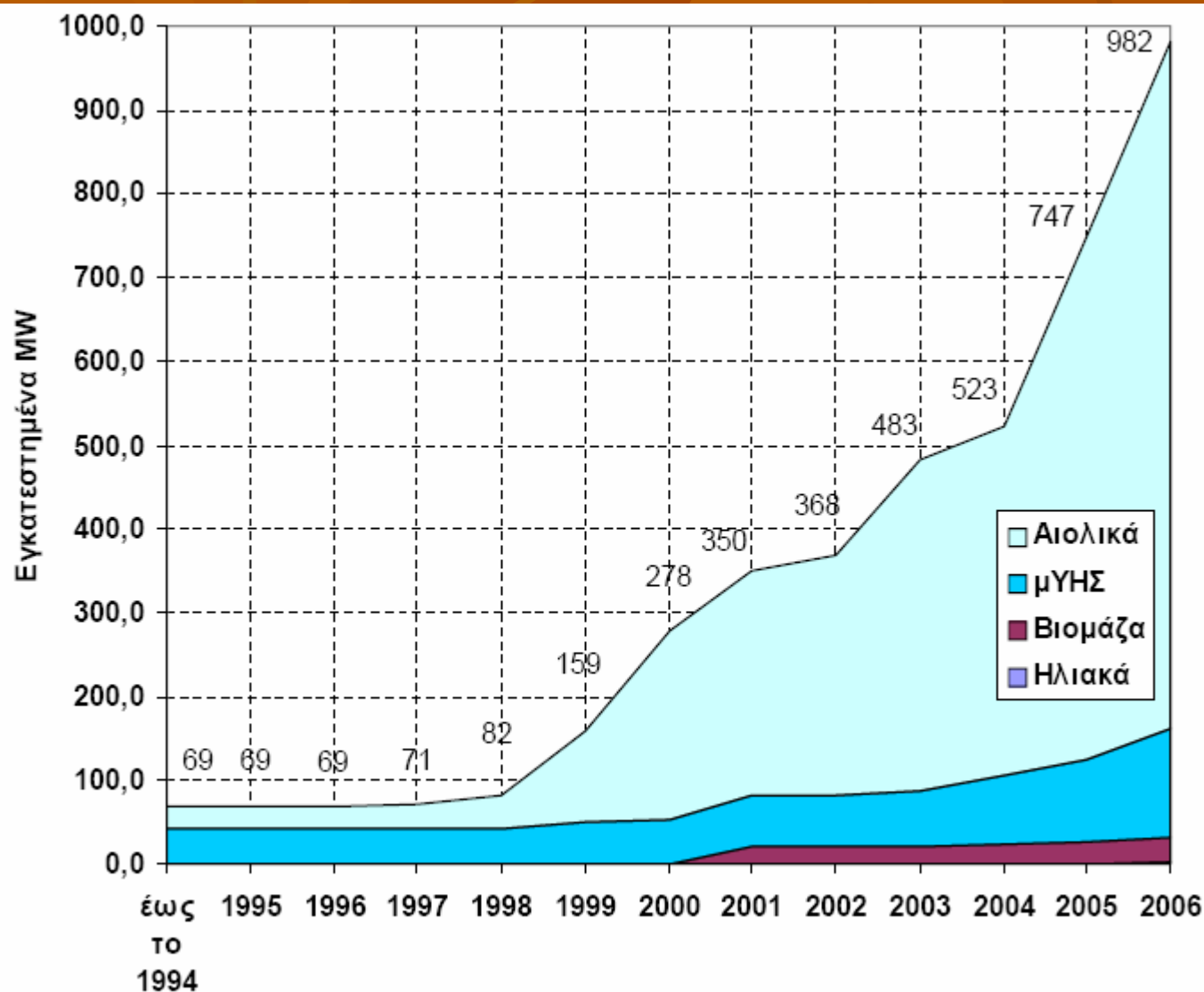
Εκπομπές CO₂ 53658 kt

Πηγές παραγωγής ηλεκτρισμού (%)

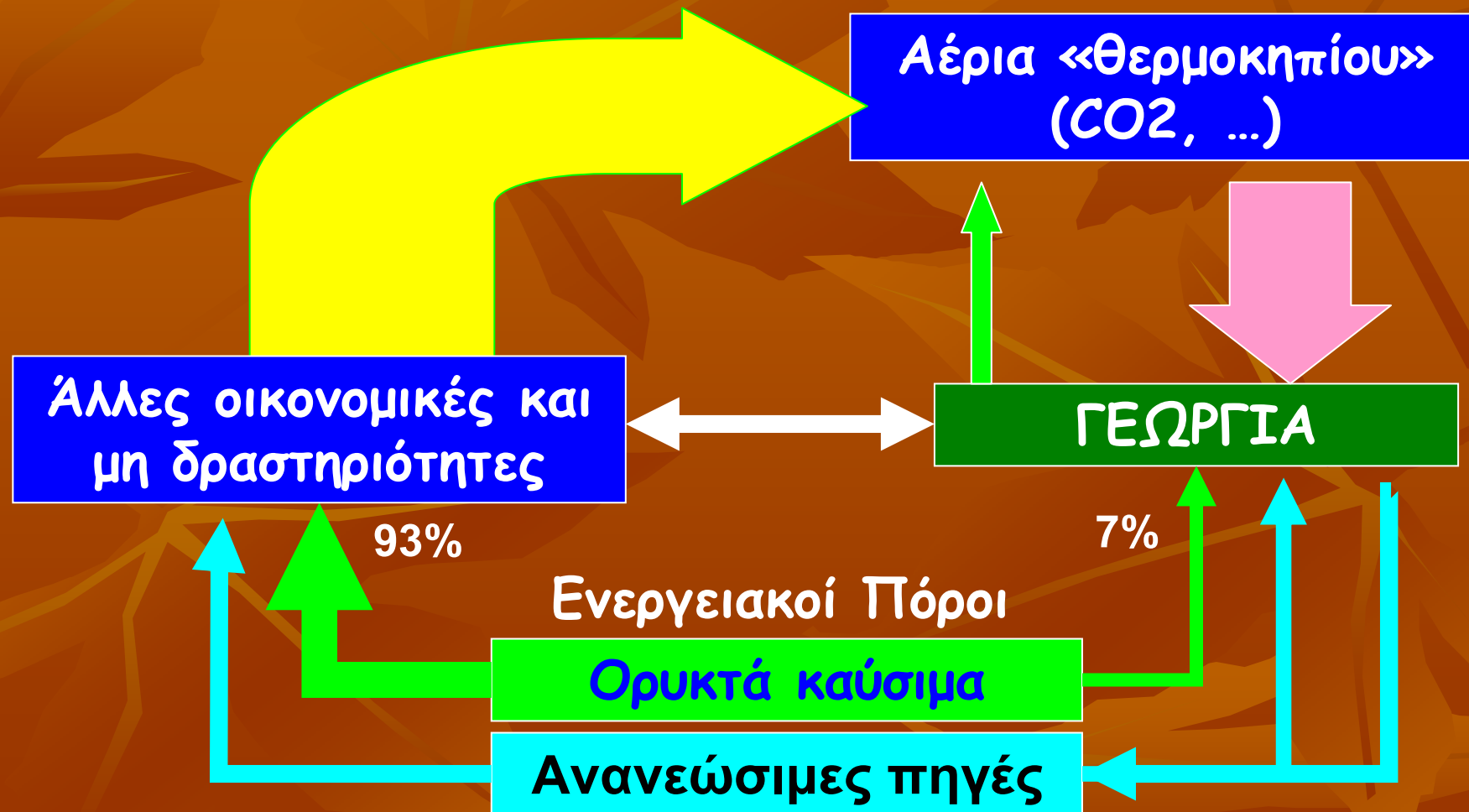




Αθροιστικά εγκατεστημένη ισχύς σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με χρήση από Α.Π.Ε



Ενέργεια - Γεωργία - Περιβάλλον



ΒΙΟΜΑΖΑ

Ύλη που έχει βιολογική (οργανική) προέλευση, φυτικής ή ζωικής παραγωγής.

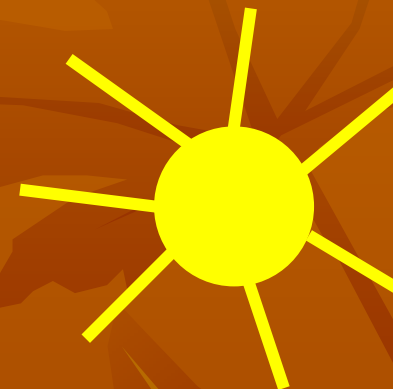
Κατηγορίες βιομάζας

- Δάση
- Αγροτο-βιομηχανικές φυτείες (ξυλώδης βιομάζα)
- Δένδρα εκτός των δασών (ξυλώδης βιομάζα)
- Αγροτικές φυτείες (Μη ξυλώδης βιομάζα)
- Υπολείμματα αγροτικών φυτειών (Μη ξυλώδης βιομάζα)
- Υπολείμματα βιομηχανικής επεξεργασίας αγροτικών προϊόντων (Μη ξυλώδης βιομάζα)
- Απόβλητα ζώων και ανθρώπων
- Ενεργειακές καλλιέργειες

ΚΥΚΛΟΣ CO_2

1.2t O_2

1.6t CO_2



1.2t O_2

0.6t H_2O

1t BIOMAZA



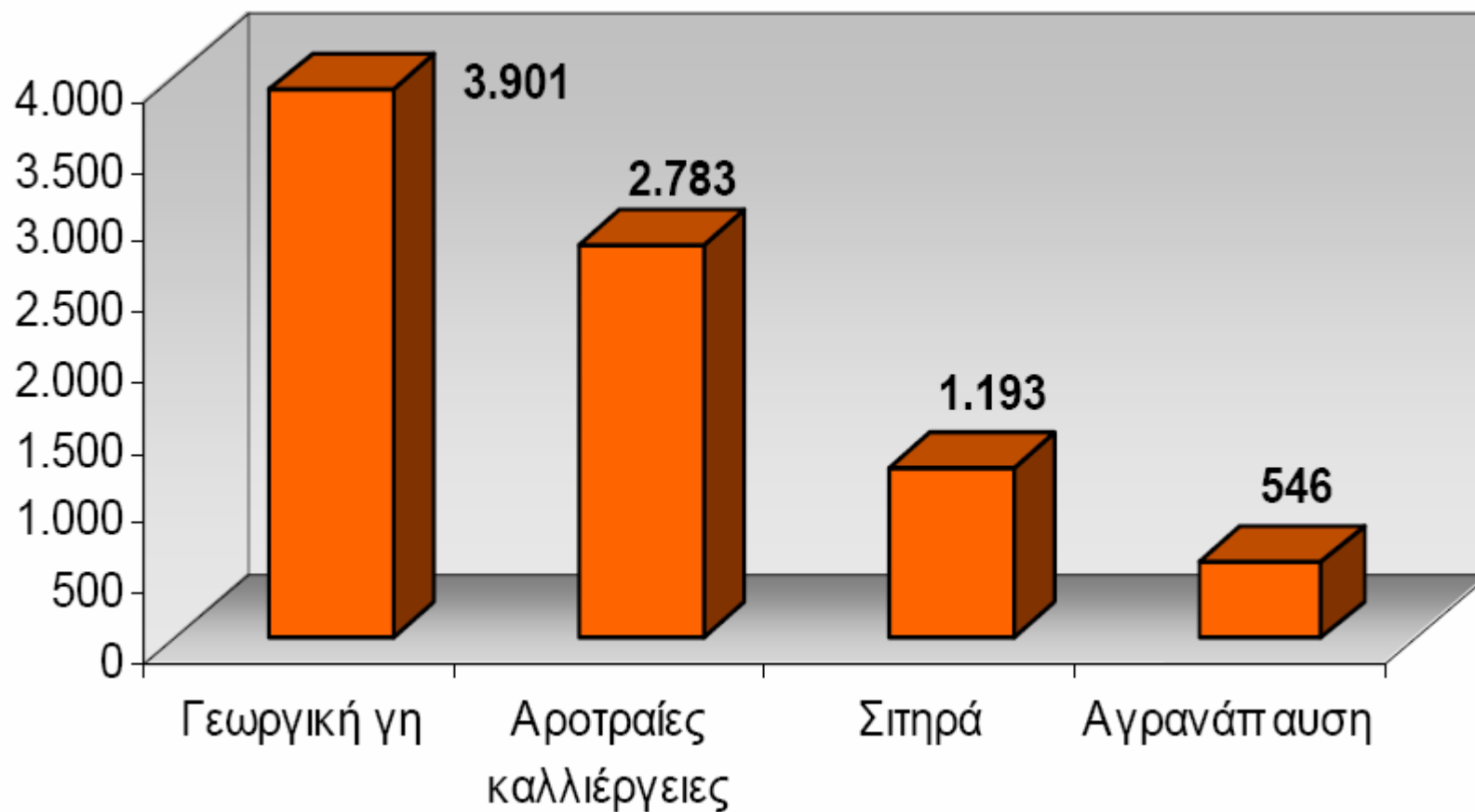
Γεωργικός τομέας στην Ελλάδα

- 6% του ΑΕΠ και το 20% της απασχόλησης
- 9.2 εκ. εκτάρια συμπεριλαμβανομένων των βοσκοτόπων (69% της συνολικής έκτασης της χώρας)
- 85% της κατανάλωσης νερού στη χώρα
- Αυξημένες επιδοτήσεις
- Πολυτεμαχισμός των αγροτεμαχίων
- Μικρό μέγεθος κλήρου (περίπου 4.3 εκτάρια έναντι 18.2 του αντίστοιχου Κοινοτικού μέσου όρου)
- Χαμηλή κατάρτιση των αγροτών
- Δυσκολία στην εισαγωγή νέων τεχνολογιών λόγω της ηλικιακής σύνθεσης του αγροτικού πληθυσμού (60% είναι άνω των 45 ετών)



Γεωργικός τομέας στην Ελλάδα

Γεωργική γη X 1000 εκτάρια



Δυναμικό Βιομάζας

➤ 7.500.000 τόνοι υπολειμμάτων γεωργικών καλλιεργειών

➤ 2.700.000 τόνοι δασικών υπολειμμάτων



10.000.000 στρέμματα καλλιεργήσιμης γης αναμένεται να εγκαταλειφθούν στο άμεσο μέλλον



5-6 ΜΤΙΠ = 50-60% της ετήσιας κατανάλωσης πετρελαίου στη χώρα μας

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ - ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Πλεονεκτήματα

Μείωση των αερίων
«θερμοκηπίου»

Μείωση της
ενεργειακής εξάρτησης

Εξοικονόμηση
συναλλάγματος

Δημιουργία νέων
θέσεων εργασίας

Μειονεκτήματα

Δυσκολία στη συλλογή,
μεταποίηση, μεταφορά
και αποθήκευση

Μεγάλος όγκος και
μεγάλη περιεκτικότητα
σε υγρασία ανά μονάδα
παραγόμενης ενέργειας

Μεγάλη διασπορά –
εποχιακή παραγωγή

Βιομάζα από γεωργικά υπολείμματα



Ο γεωργικός τομέας είναι σημαντικός παραγωγός βιομάζας με τη μορφή **υπολειμμάτων καλλιεργειών, κτηνοτροφικών αποβλήτων και υπολειμμάτων επεξεργασίας γεωργικών προϊόντων**

Τα υπολείμματα των γεωργικών προϊόντων μπορούν να χωριστούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- υπολείμματα ετήσιων καλλιεργειών
- υπολείμματα πολυετών καλλιεργειών

Βιομάζα από γεωργικά υπολείμματα



- Ορυζόμυλοι
- Εκκοκκιστήρια βαμβακιού: φύλλα, άχρηστες ίνες
- Βιομηχανίες μεταποίησης φρούτων: πυρήνες
- Σπαστήρια αμυγδάλων: κέλυφος αμυγδάλων
- Πυρηνελουργεία: Πυρηνόξυλο
- Ελαιουργεία: Ελαιοπυρήνας

Βιομάζα από γεωργικά υπολείμματα



Θεωρητικό δυναμικό βιομάζας
περίπου 8.7 ΜΤ ξ.ο/έτος

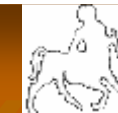


Θεωρητικό διαθέσιμο δυναμικό
βιομάζας 5.5 ΜΤ ξ.ο/έτος

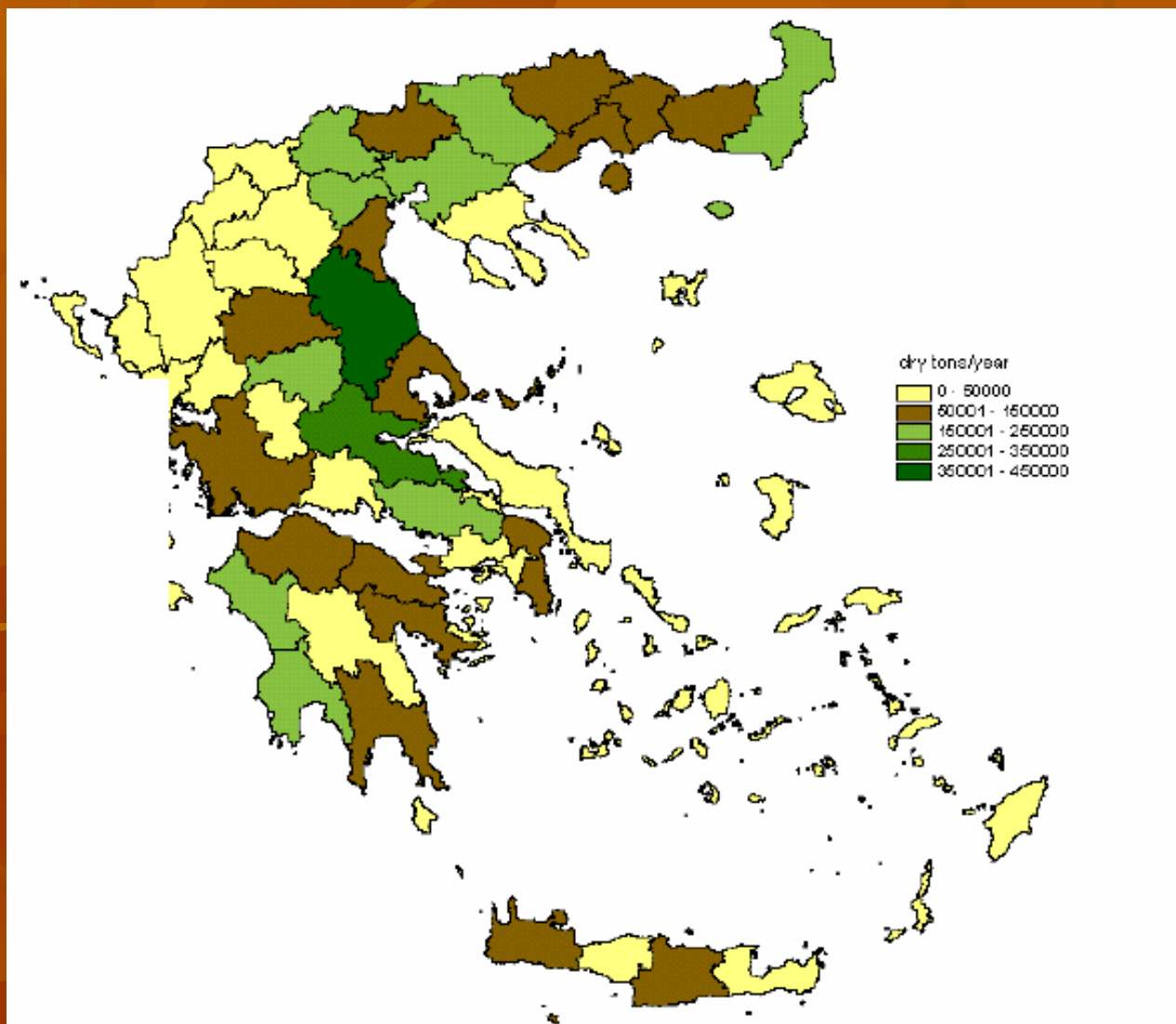


Ενεργειακό δυναμικό περίπου
99 PJ/έτος (27 TWh)





Γεωργικά υπολείμματα

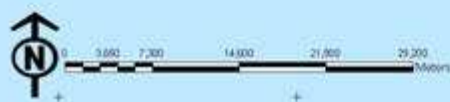


Γεωργικά υπολείμματα

Σε έρευνα του Εργαστηρίου Γεωργικών Κατασκευών και Ελέγχου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (ALTENER II XVII/4.1030/A/99-088) διαπιστώθηκε ότι η καθαρή ενέργεια που θα μπορούσε να παραχθεί, θεωρητικά, από την καύση **των γεωργικών υπολειμμάτων**, στην περιοχή της Μαγνησίας, ανέρχεται σε **339.077 GJ** ανά έτος, όταν για τη θέρμανση των θερμοκηπίων απαιτείται ενέργεια **43.149 GJ** ανά έτος. Εκτιμήθηκε ότι τα άμεσα οφέλη από την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας για θέρμανση των θερμοκηπίων θα ήταν:

- ✓ **Μείωση των εκπομπών αερίων** ρυπαντών κατά 2.773 tn CO₂, 52.30 tn SO₂ και 0.96 tn NO_x ετησίως
- ✓ **Δημιουργία 116 νέων**, μόνιμων, θέσεων εργασίας
- ✓ **Εξοικονόμηση 350.000 €**, ετησίως, από την εισαγωγή συμβατικών καυσίμων

Κατανομή ποσοτήτων γεωργικών υπολειμμάτων στη Μαγνησία



< Double-click to enter text >

20,000 10,000 0 20,000 Meters



Ενεργειακές καλλιέργειες



Οι ενεργειακές καλλιέργειες, στις οποίες περιλαμβάνονται τόσο ορισμένα καλλιεργούμενα είδη όσο και άγρια φυτά, έχουν ως σκοπό την παραγωγή βιομάζας, η οποία μπορεί, στη συνέχεια, να χρησιμοποιηθεί για διάφορους ενεργειακούς σκοπούς.

Ως ενεργειακές καλλιέργειες θεωρούνται τόσο οι παραδοσιακές καλλιέργειες των οποίων το τελικό προϊόν θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας και βιοκαυσίμων, όσο και νέες καλλιέργειες με υψηλή παραγωγικότητα σε βιομάζα ανά μονάδα γης.



Ενεργειακές καλλιέργειες

Πολυετείς γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες

➤ Μίσχανθος

➤ Αγριοαγκινάρα

➤ Switchgrass

➤ Καλάμι



Πολυετείς γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες



Μίσχανθος: 2,4 t/στρέμμα, περιοριστικός παράγοντας για αύξηση παραγωγής η άρδευση



Καλάμι: 2-3,5 t/στρέμμα



Switchgrass:
1.7-2,1 t/στρέμμα



Αγριοαγκινάρα: 1,7-3,3 t/στρέμμα

Ετήσιες γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες



- Ελαιοκράμβη**
- **Αραβόσιτος**
 - **Γλυκό και κυτταρινούχο
σόργο**
 - **Κενάφ**
 - **Ηλίανθο**
 - **Κριθάρι**
 - **Ζαχαρότευτλα**
 - **Σιτάρι**



Ετήσιες γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες



Γλυκό σόργο: 8-14 t/στρ. χλωρό
βάρος βιομάζας, 650-700 lt
βιοαιθανόλης/στρ.



Ψευδοσακκία: 0,24-2
t/στρ. βιομάζα



Ελαιοκράμβη: 30-50% περ/κότητα σε λάδι.
150-250 Kg/στρ/ σε σπόρο και
300-800 Kg/στρ. σε βιομάζα

Ετήσιες γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες



Κενάφ: 0.7 – 2,4 t/στρ.
ξηρή ουσία βιομάζας



Ηλίανθος: 430-470 kg
σπόρο/στρ



Ευκάλυπτος: 3,2 t/στρ.
βιομάζα



Στρεμματικές αποδόσεις και ενεργειακό περιεχόμενο ενεργειακών καλλιεργειών για την παραγωγή στερεών καυσίμων

Ενεργειακή καλλιέργεια	Θερμογόνος δύναμη (MJ/kg)	Αποδόση σε ξηρή βιομάζα (τόννοι/στρέμμα)	Ενεργειακό δυναμικό (ΤΗΠ/στρέμμα)
Ευκάλυπτος	19	1,8-3,2	0,8-1,3
Ψευδακακία	19,4	0,24-1,34	0,1-0,6
Καλάμι	18,6	2-3	0,9-1,3
Μίσχανθος	17,3	0,8-3	0,3-1,2
Αγριοαγκινάρα	14,5	1,7-3,3	0,6-1,1
Switchgrass	17,4	2,6	1,1



Παραγόμενα βιοκαύσιμα από διάφορα φυτά και οι αποδόσεις τους ανά στρέμμα σε σπόρο και καύσιμο

Βιοκαύσιμο	Πρώτη Ύλη	Απόδοση (kg/στρέμμα)	Απόδοση σε βιοκαύσιμο (lt/στρέμμα)
Βιοντήζελ	Ηλίανθος	300- 400	53-110
	Ελαιοκράμβη	120-250	43-90
Βιοαιθανόλη	Βαμβάκι.	120-160	18-25
	Σόγια	160-240	29-44
	Σιτάρι	150-500	45-150
	Αραβόσιτος	900	270
	Τεύτλα	6000	600
	Σόργο	7000-10000	675-900



Παραγόμενα βιοκαύσιμα από διάφορα φυτά και οι αποδόσεις τους ανά στρέμμα σε σπόρο και καύσιμο

Φυτεία	Νερό mm	Λιπάσματα μονάδες στοιχείου/στρέμμα	Ενεργειακό ισοζύγιο Εκροές/Εισροές
Ζαχαρότευτλα	750	N = 5 P = 1-2 K = 5-6	1.76
Ζαχαροκάλαμο	500	N = 1 P = 1 K = 5	2.5 - 9
Γλυκό Σόργο	250	N = 0.9 P = 0.9 K = 1.3	2.5 - 5
Αραβόσιτος	500	N = 10 P = 4 K = 5	1.3

Κοστολόγηση των κυριότερων καλλιεργειών για παραγωγή βιοντήζελ στην Ελλάδα

€/στρ	Ελαιοκράμβη (ποτιστική)	Ελαιοκράμβη (Ξηρική)	Ηλίανθος
Ενοίκιο εδάφους	28,50	12	12
Όργωμα	9	9	9
Προετοιμασία εδάφους	10	10	5
Βασική λίπανση	19,22	19,22	4
Σπορά	13,2	13,2	8,4
Επιφανειακή λίπανση	10,1	10,1	
Ζιζανιοκτονία	9,2	9,2	4,6
Σκαλίσματα	6,2	6,2	6,2
Άρδευση	10		
Συγκομιδή	9	9	9
Λοιπές			
Κόστος καλλιεργητικών επεμβάσεων	95,92	85,92	46,2
Συνολικό κόστος παραγωγής (€/στρ)	124,42	97,92	58,2
Μέση απόδοση (kg/στρ)	300	180	170
Μέση τιμή (€/t)	400	400	250
Επιδότησεις (€/στρ)	4,5	4,5	4,5
Ακαθάριστο εισόδημα (€/στρ)	124,5	76,5	47
Κέρδος (€/στρ)	0,08	-21,42	-11,2

Κοστολόγηση των κυριότερων καλλιεργειών για παραγωγή βιοαιθανόλης στην Ελλάδα

€/στρ	Γλυκό σόργο	Τεύτλα	Αραβόσιτος
Ενοίκιο εδάφους	28,5	35	28,5
Όργωμα	9	12,61	11,19
Προετοιμασία εδάφους	10	9,03	7,53
Βασική λίπανση	10,76	23,95	24,98
Σπορά	9,2	16,8	20,62
Επιφανειακή λίπανση		7,78	10,25
Ζιζανιοκτονία	8,1	31,96	12,81
Σκαλίσματα		53,95	20,10
Άρδευση	30	33,47	31,18
Συγκομιδή	17,4	46,65	17,4
Λοιπές			
Κόστος καλλιεργητικών επεμβάσεων	94,46	236,20	156,06
Συνολικό κόστος παραγωγής (€/στρ)	122,96	271,2	184,56
Μέση απόδοση (kg/στρ)	7	7,9	1,172
Μέση τιμή (€/t)	20	36,12	132
Επιδότησεις (€/στρ)	4,5		56,32
Ακαθάριστο εισόδημα (€/στρ)	144,5	285,35	211,02
Κέρδος (€/στρ)	21,54	14,15	26,46



Πολιτική παραγωγής γεωργικής πρώτης ύλης για παραγωγή βιοκαυσίμων

Η καλλιέργεια ενεργειακών φυτών για παραγωγή βιοκαυσίμων, σε γεωργική γη, επιφέρει ειδική ενίσχυση 45 ευρώ ανά εκτάριο. Το 2005, εντάχθηκαν στο μέτρο της ειδικής αυτής ενίσχυσης 0.5 εκατομμύρια εκτάρια με όριο για πλήρη απολαβή της ενίσχυσης τα 1.5 εκατομμύρια εκτάρια.



Εκτιμώμενη πρόσοδος αντικατάστασης μέρος ή του συνόλου (100%) παραδοσιακών εκτατικών καλλιεργειών με ηλίανθο για παραγωγή βιοντήζελ

Ηλίανθος	Ξηρικός με βροχοπτώσεις			Ποτιστικός
Απόδοση (kg/στρ)	300			380
Τιμή πώλησης (€/στρ)	0.18			0.18
Καθαρή πρόσοδος (€/στρ)	Ποσοστό αποδέσμευσης			
Σε αντικατάσταση	100%	65%	50%	Τιμή αναφοράς
Βαμβάκι	197	134.4		154.48
Καπνός			281	
Αραβόσιτος	77.5			141.54
Σιτάρι σκληρό	79		56.5	59.19
Σιτάρι μαλακό	46.11		39.5	19.54

Εκτιμώμενη πρόσοδος αντικατάστασης μέρος ή του συνόλου (100%) παραδοσιακών εκτατικών καλλιεργειών με ηλίανθο για παραγωγή βιοντήζελ



Σύμφωνα με τα διάφορα πιθανά σενάρια, η καλλιέργεια του ηλίανθου φαίνεται να αποφέρει συμφέρουσα καθαρή πρόσοδο στον παραγωγό σε ξηρικά χωράφια, σε αντικατάσταση καλλιεργειών σιταριού, ενώ η πρόσοδος του παραγωγού δεν εξασφαλίζεται στην περίπτωση αντικατάστασης αραβόσιτου.

Εκτιμώμενες ποσότητες βιοντίζελ (2005-2010)

1^η Εθνική έκθεση για τα βιοκαύσιμα (ΥΠ.ΑΝ)

έτος	Εκτιμώμενη κατανάλωση πετρελαίου κίνησης (‘000 τόνοι)	Ποσοστό βιοντίζελ (%)	Απαιτούμενες ποσότητες βιοντίζελ (τόνοι)
2005	2.084	2,00	46.976
2006	2.125	3,00	71.851
2007	2.167	4,00	97.695
2008	2.208	4,50	111.986
2009	2.249	5,00	126.739
2010	2.290	5,75	148.407

Εκτιμώμενη πρόσοδος αντικατάστασης μέρος ή του συνόλου (100%) παραδοσιακών εκτατικών καλλιεργειών με γλυκό σόργο για παραγωγή βιοαιθανόλης

Γλυκό σόργο					
Απόδοση (kg/στρ)		1200			
Πρόσοδος από πώληση προϊόντος (€/στρ)		152.6			
Καθαρή (€/στρ)	πρόσοδος	Ποσοστό αποδέσμευσης			
Σε αντικατάσταση		100 %	65%	50%	Τιμή αναφοράς
Βαμβάκι		333	270		154.48
Καπνός				281	
Αραβόσιτος		199		175	141.54
Σιτάρι σκληρό		200		176	59.19
Σιτάρι μαλακό		166		159	19.54

**Εκτιμώμενη πρόσοδος αντικατάστασης μέρος ή του συνόλου (100%)
παραδοσιακών εκτατικών καλλιεργειών με γλυκό σόργο για
παραγωγή βιοαιθανόλης**



Η καλλιέργεια του γλυκού σόργου, λόγω των πολύ υψηλών αποδόσεων, φαίνεται να μπορεί να σταθεί σε όλες τις περιπτώσεις αντικατάστασης υπάρχουσών καλλιεργειών. Το εισόδημα μάλιστα του παραγωγού φαίνεται να μπορεί να εξασφαλισθεί και με ελάχιστη έως καθόλου οικονομική ενίσχυση, δηλαδή μόνο από την πρόσοδο πώλησης του προϊόντος

Εκτιμώμενες ποσότητες βιοαιθανόλης (2005-2010)

1^η Εθνική έκθεση για τα βιοκαύσιμα (ΥΠ.ΑΝ)

Year	Εκτιμώμενη κατανάλωση βενζίνης (‘000 τόνοι)	Ποσοστό βιοαιθανόλης (%)	Απαιτούμενες ποσότητες βιοαιθανόλης (τόνοι)
2005	3.707	2,00	120.442
2006	3.800	2,50	154.329
2007	3. 892	3,00	189.678
2008	3.984	4,00	258.883
2009	4.077	5,00	331.157
2010	4.169	5,75	389.424

Δεδομένης της ανάγκης αύξησης της παραγωγής ενεργειακών καλλιεργειών με σκοπό να επιτευχθούν οι στόχοι για την παραγωγή βιοκαυσίμων, εκτιμάται ότι η συνολική έκταση που απαιτείται για τις ενεργειακές καλλιέργειες είναι της τάξεως του 11 έως 28 % της σημερινής συνολικής γεωργικής έκτασης στην ΕΕ των 25

Αντίκτυπος σε



Βιοποικιλότητα



**Παραγωγή προϊόντων
διατροφής**



Περιβαλλοντικά οφέλη σχετικά με την ανάπτυξη ενεργειακών καλλιεργειών

- ✓ Θετική συνεισφορά σχετικά με το φαινόμενο θερμοκηπίου
- ✓ Προστασία έναντι της διάβρωσης του εδάφους
- ✓ Διαχείριση νερού
- ✓ Χαμηλές εισροές σε λιπάσματα
- ✓ Μείωση της χρήσης φυτοφαρμάκων
- ✓ Εκμετάλλευση εδαφών χαμηλής γονιμότητας



Κοινωνικό-οικονομικά οφέλη για την ανάπτυξη των ενεργειακών καλλιεργειών

- ✓ Προσφορά εναλλακτικών καλλιεργητικών λύσεων
- ✓ Ενδυνάμωση του γεωργικού χώρου
- ✓ Αύξηση του αγροτικού εισοδήματος
- ✓ Μείωση των περιφερειακών ανισοτήτων και αναζωογόνηση των λιγότερο ανεπτυγμένων γεωργικών οικονομιών
- ✓ Εξασφάλιση αειφόρου περιφερειακής ανάπτυξης
- ✓ Μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο.



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η στροφή προς τη χρήση βιοκαυσίμων είναι πλέον πραγματικότητα. Η χρήση όμως των βιοκαυσίμων συνδέεται άμεσα αλλά και εξαρτάται από την προμήθεια των απαραίτητων πρώτων υλών.

Απαιτείται, όμως, συστηματική συγκριτική αξιολόγηση των νέων εναλλακτικών καλλιεργειών με τα παραδοσιακά συστήματα καλλιεργειών.

Η πραγματική πρόκληση όμως από εδώ και πέρα θα είναι η αξιοποίηση των νέων ευνοϊκών συνθηκών που έχουν διαμορφωθεί προς όφελος της ελληνικής γεωργίας και της εγχώριας παράγωγής η οποία αναμένεται και πρέπει να παίξει καθοριστικό ρόλο στην παραγωγή των πρώτων υλών με τις καλλιέργειες ενεργειακών φυτών.



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με τη νέα Κοινή Αγροτική Πολιτική και χάρη στις μεγάλες δυνατότητες για υψηλές στρεμματικές αποδόσεις ενεργειακής βιομάζας στην Ελλάδα, οι Έλληνες αγρότες μπορούν να βρουν μια ενδιαφέρουσα εναλλακτική καλλιέργεια μέσα από την προοπτική παραγωγής βιοκαυσίμων. Η αρωγή όλων των εμπλεκόμενων φορέων προς τους Έλληνες αγρότες πρέπει να είναι ουσιαστική και συνεχής έτσι ώστε να μην επαναληφθούν λάθη του παρελθόντος που έχουν φέρει σε τέλμα την αγροτική παραγωγή