

**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΣΙΝΔΟΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

**ΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΚΑΙ Ο
ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΜΥΡΤΩ Ε. ΚΥΠΡΙΩΤΗ (Α.Μ. 29/04)

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΓΕΩΡΓΙΟΣ Α. ΠΑΛΑΤΟΣ
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**

- Τα τελευταία χρόνια τα ενεργειακά προβλήματα βρίσκονται στην κορυφή του ενδιαφέροντος και επηρεάζουν άμεσα και καθοριστικά τις οικονομίες και τις πολιτικές σε παγκόσμιο επίπεδο.
- Οι ενεργειακοί κλυδωνισμοί γίνονται πιο ανησυχητικοί σε συνδυασμό με τα περιβαλλοντικά προβλήματα που προκύπτουν από την συνεχή χρήση ορυκτών καυσίμων, με την παγκόσμια βιομηχανική έκρηξη, και με την αλματώδη ανάπτυξη των μεγάλων Ασιατικών χωρών όπως η Ινδία και η Κίνα.
- Μέσα από αυτήν την κατάσταση αναδύεται μια ανάγκη για ριζικές διαρθρωτικές αλλαγές στον χώρο της ενέργειας.
- Σε αυτό το σύγχρονο ενεργειακό σκηνικό εμφανίζεται πρόσφατα ένας νέος αλλά πολλά υποσχόμενος εταίρος, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ).
- Οι ΑΠΕ, φαίνεται να δίνουν λύσεις στις περιβαλλοντικές προκλήσεις, παρέχοντας συγχρόνως και διέξοδο στα θέματα της ενεργειακής ασφάλειας μέσα από την μείωση της εξάρτησης από εισαγωγές ενεργειακών πόρων.

Σε παγκόσμιο επίπεδο οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που έχουν μπει σε στάδια έρευνας και εφαρμογής εντοπίζονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- * Αιολική ενέργεια
- * Ηλιακή ενέργεια
- * Υδατοπτώσεις
- * Βιομάζα
- * Γεωθερμική ενέργεια
- * Ενέργεια από παλίρροιες
- * Ενέργεια από κύματα
- * Ενέργεια από τους ωκεανούς



Σαν βιομάζα γενικά εννοούμε την οργανική ουσία που προέρχεται από φυτά τα οποία την δημιουργούν μέσα από το φαινόμενο της φωτοσύνθεσης.

Από αυτήν προκύπτει τροφή, υλικά κατασκευών, ίνες, φαρμακευτικές ουσίες και ενέργεια.

Με μια ποιο επιστημονική περιγραφή η βιομάζα ουσιαστικά είναι ηλιακή ενέργεια αποθηκευμένη στους χημικούς δεσμούς της οργανικής ύλης που παράγουν οι φυτικοί οργανισμοί.



Η βιομάζα μπορεί να προέρχεται από διάφορες πηγές, όπως:

Δασικά υπολείμματα Απόβλητα βιομηχανιών ξύλου, τροφίμων, ζωοτροφών, καθώς και άλλων βιομηχανιών μεταποίησης αγροτικών προϊόντων

Αστικά απόβλητα και απορρίμματα

Συστηματική καλλιέργεια πολυετών και ετήσιων φυτών μέσα από την ομάδα των καλούμενων “ενεργειακών φυτών”.



Από όλες τις παραπάνω κατηγορίες βιομάζας μπορεί να ανακτηθεί η καλούμενη “βιοενέργεια” μέσα από την αποδέσμευση της ενέργειας που δεσμεύτηκε απ' το φυτό με τη φωτοσύνθεση.

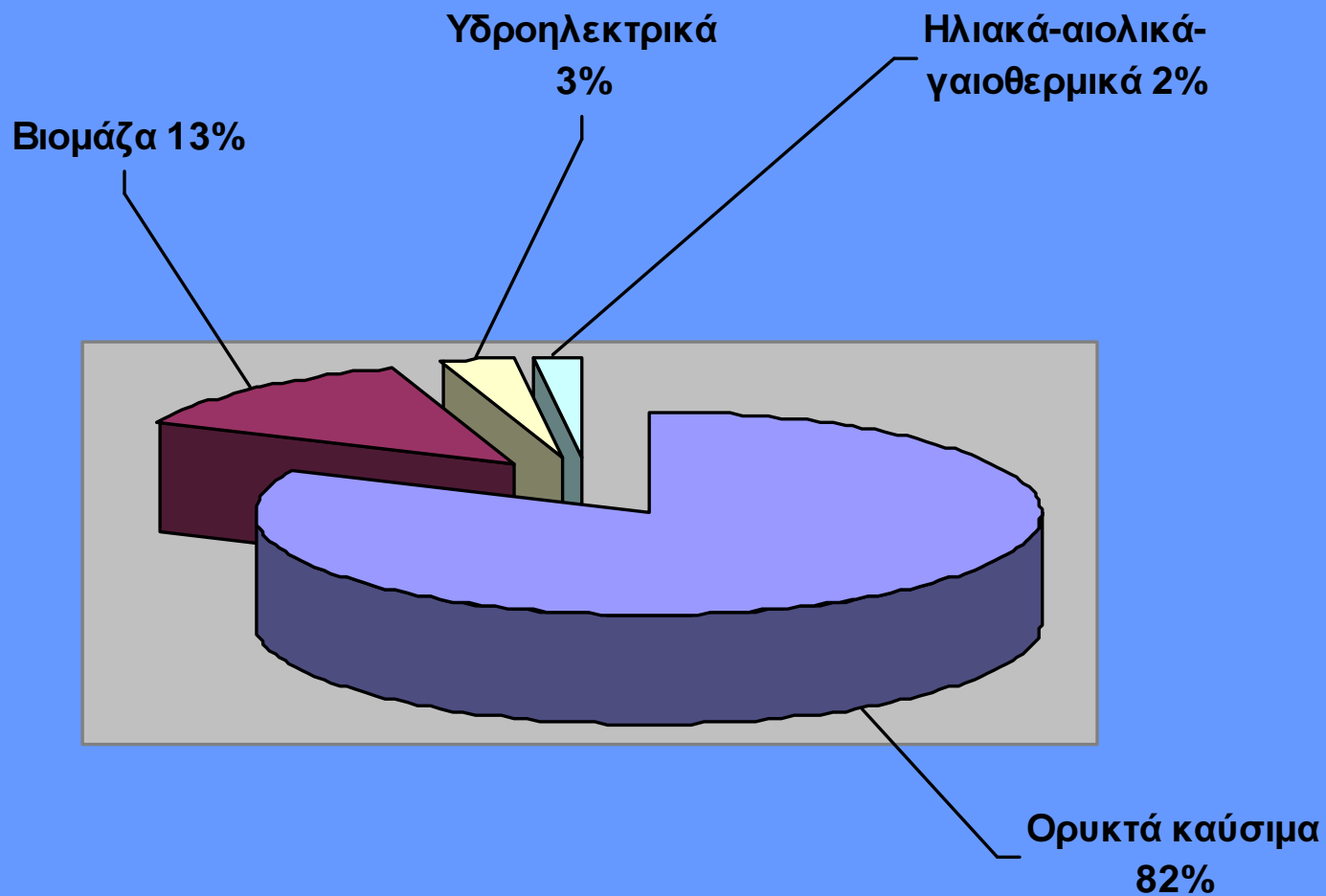
Αυτή η ανάκτηση γίνεται είτε με απ'ευθείας καύση, είτε μετά από επεξεργασία και παραγωγή των λεγόμενων βιοκαυσίμων, όπως βιοαιθανόλη, βιοαέριο και βιοντήζελ.

Ουσιαστικά η βιομάζα αποτελεί μια πηγή ενέργειας με πολλές δυνατότητες και εφαρμογές που θα χρησιμοποιηθεί πλατιά στο μέλλον.

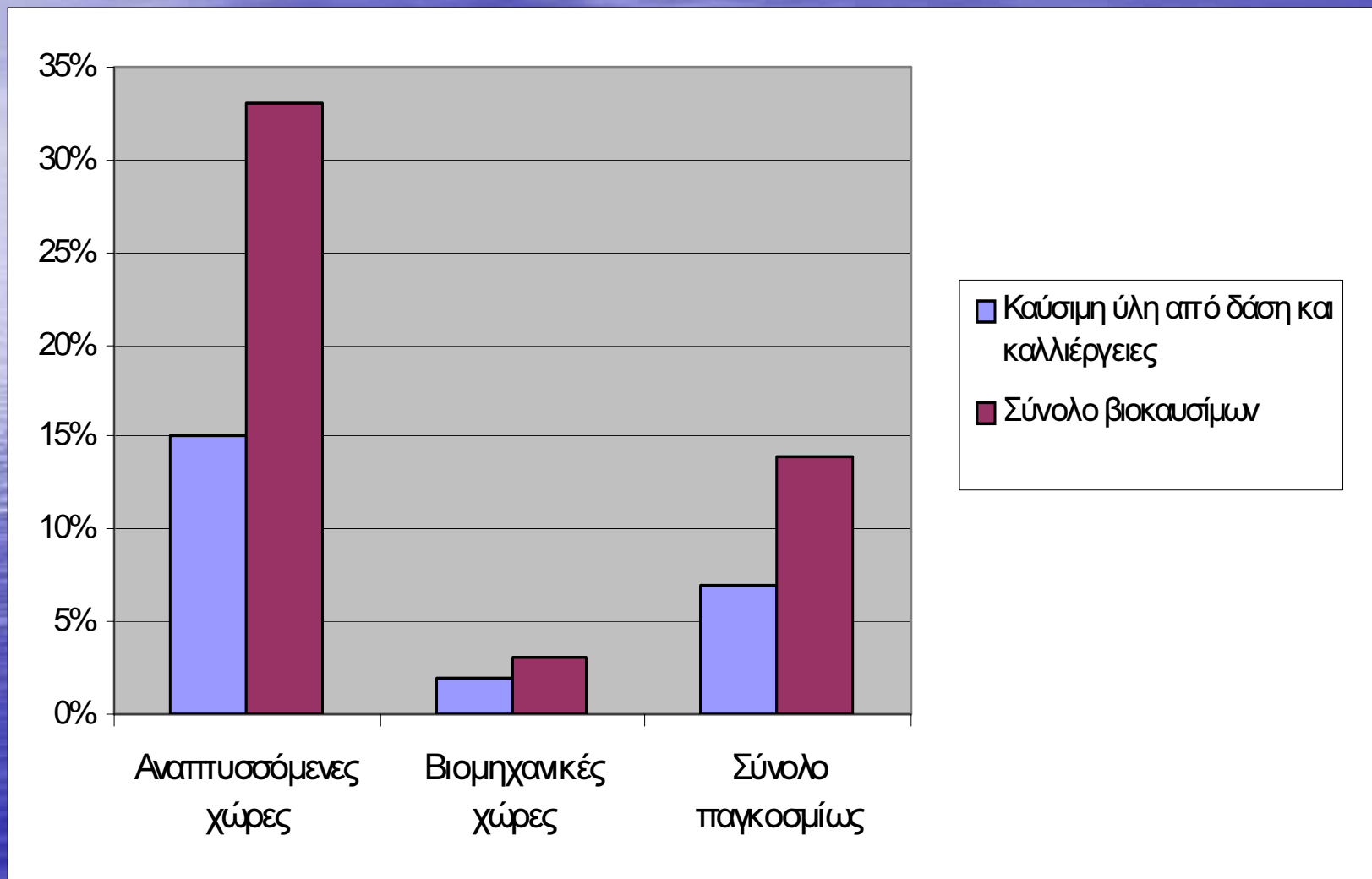
ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

- Κατά την καύση της βιομάζας συμβαίνει το αντίστροφο φαινόμενο της φωτοσύνθεσης.
- Έτσι οξυγόνο από την ατμόσφαιρα ενώνεται χημικά με τον άνθρακα της βιομάζας και κατά την καύση αυτή παράγεται θερμότητα, διοξείδιο του άνθρακα και νερό.
- Η διαδικασία αυτή είναι κυκλική και αποτελεί ουσιαστικά την έννοια της “ανακυκλώσιμης η ανανεώσιμης ενέργειας”.
- Κεντρικό σημείο της είναι η κατ’αρχάς απόδοση στην ατμόσφαιρα, μέσω της φωτοσύνθεσης, του οξυγόνου που θα δεσμευτεί αργότερα με την καύση της βιομάζας.

Συμμετοχή των ΑΠΕ στην παγκόσμια ενεργειακή ζήτηση (έτος 2006)



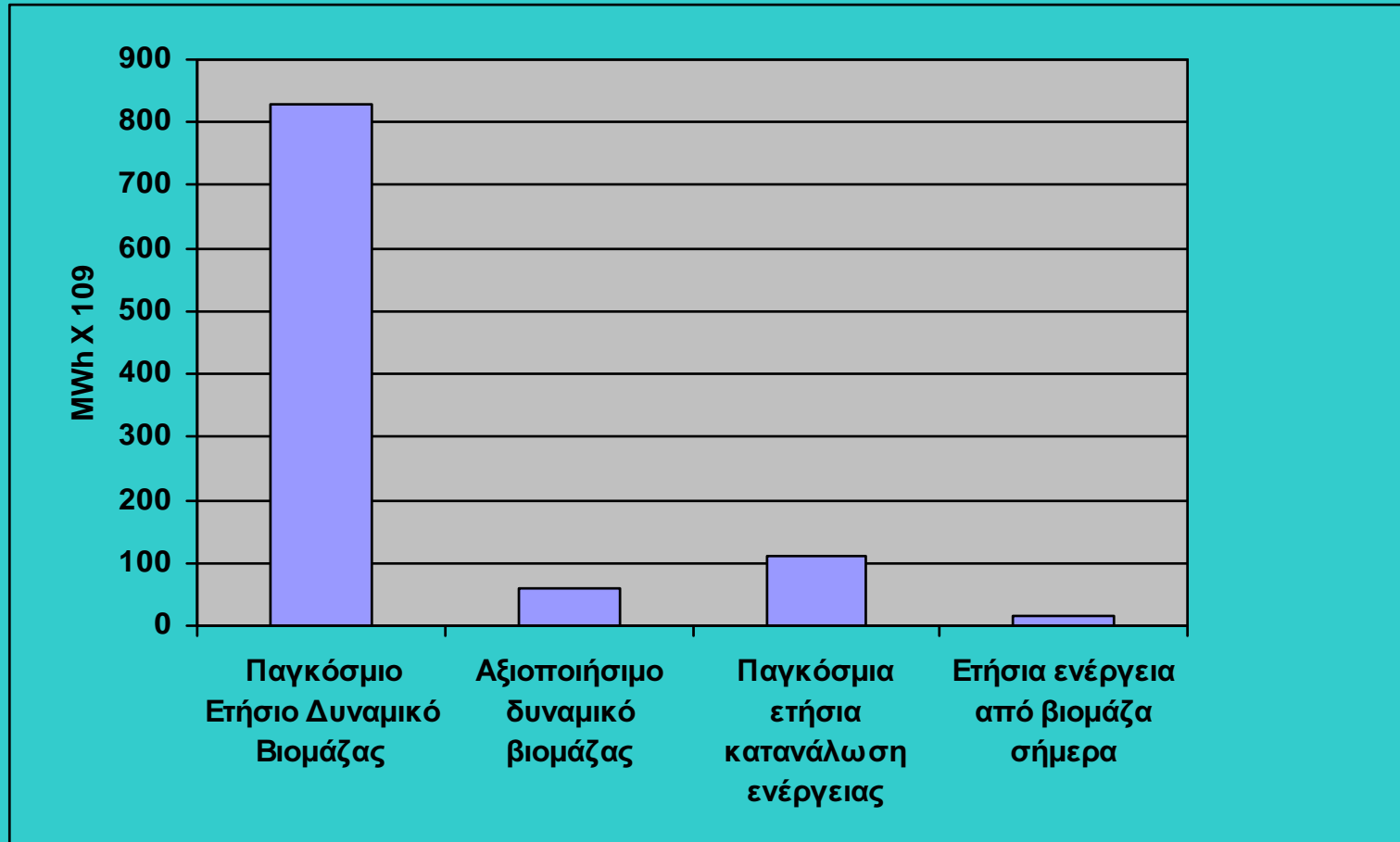
Συμμετοχή % της βιοενέργειας στην παγκόσμια συνολική κατανάλωση ενέργειας



Δυναμικό και αξιοποίηση βιομάζας παγκοσμίως

Παγκόσμιο Ετήσιο Δυναμικό Βιομάζας	830 x 10⁹ MWh	100%
Αξιοποιήσιμο Δυναμικό Βιομάζας	58 x 10⁹ MWh	6,98% του συνόλου
Παγκόσμια Κατανάλωση Ενέργειας	112 x 10⁹ MWh	100%
Ενέργεια από Βιομάζα Σήμερα	17 x 10⁹ MWh	15,17% του συνόλου

Δυναμικό και αξιοποίηση βιομάζας παγκοσμίως



Η ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ – ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

- Η ευρωπαϊκή οικονομία στηρίζεται ουσιαστικά στα ορυκτά καύσιμα (πετρέλαιο, άνθρακας και φυσικό αέριο), τα οποία αντιπροσωπεύουν τα 4/5 της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας.
- Από την ποσότητα αυτή των ορυκτών καυσίμων η Ε.Ε. παράγει από δικές της πηγές μόνο το 1/3, και τα υπόλοιπα 2/3 εισάγονται.
- Η συνολική κοινοτική προσφορά ενέργειας, σε όλες τις μορφές τους, καλύπτει μόλις τις μισές κοινοτικές ανάγκες.
- Με τους καταγεγραμμένους σήμερα ρυθμούς ανάπτυξης στην διευρυμένη Ε.Ε. η προβλέψεις είναι ότι μέχρι το 2030, η βαρύτητα των ορυκτών καυσίμων αναμένεται να οξυνθεί περαιτέρω και εάν μέχρι τότε δεν συμβούν σοβαρές αλλαγές στην Ευρωπαϊκή ενεργητική πολιτική.

**Προβλεπόμενη αύξηση ζήτησης πετρελαίου μέχρι το έτος 2020
(τιμές σε εκατομ. Βαρέλια ημερησίως)**

Περιοχή	Έτος 2000		Έτος 2020	
	Εισαγωγές Εκατ. Βαρ./ημ.	Ποσοστό εισαγόμενου πετρ. (%)	Εισαγωγές Εκατ. Βαρ./ημ.	Ποσοστό εισαγόμενου πετρ. (%)
Ην. Πολιτείες	10,5	54%	16,5	64%
Δυτική Ευρώπη	6,9	49,6%	8,8	57%
Ιαπωνία	5,6	100%	5,9	100%
Κίνα	1,1	26%	7,4	71%

Πέρα από την οικονομική επιβάρυνση και την ενεργειακή ανασφάλεια που δημιουργεί η κατάσταση αυτή, την Ε.Ε. την απασχολούν πολύ έντονα και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την συνεχή χρήση των ορυκτών καυσίμων.

- Όπως είναι ευρέως γνωστό, κύριος υπεύθυνος για τα περιβαλλοντικά και κλιματικά αυτά προβλήματα θεωρείται η παρατεταμένη χρήση των ορυκτών καυσίμων, μέσα από τις εκπομπές των καλούμενων αερίων του θερμοκηπίου, με κύριο μέτοχο το διοξείδιο του άνθρακα.
- Μοιραία λοιπόν μέσα στο στόχαστρο της Ε.Ε., όπως στο παγκόσμιο επίπεδο αλλά με ιδιαίτερη ευαισθησία, μπαίνουν οι εφαρμογές των εναλλακτικών και ανανεώσιμων μορφών ενέργειας, με την βιομάζα και τις ενεργειακές καλλιέργειες, να τίθενται σε πρωταγωνιστικό ρόλο.
- Τέτοιου είδους εφαρμογές αποδεδειγμένα συμβάλλου στην μείωση των εκπομπών θερμοκηπίου και η Ε.Ε. μέσα από διεθνείς και Ευρωπαϊκές πρωτοβουλίες (π.χ. συνθήκη Kyoto), προγραμματίζει τις μελλοντικές της πρωτοβουλίες.

ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ Ε.Ε.

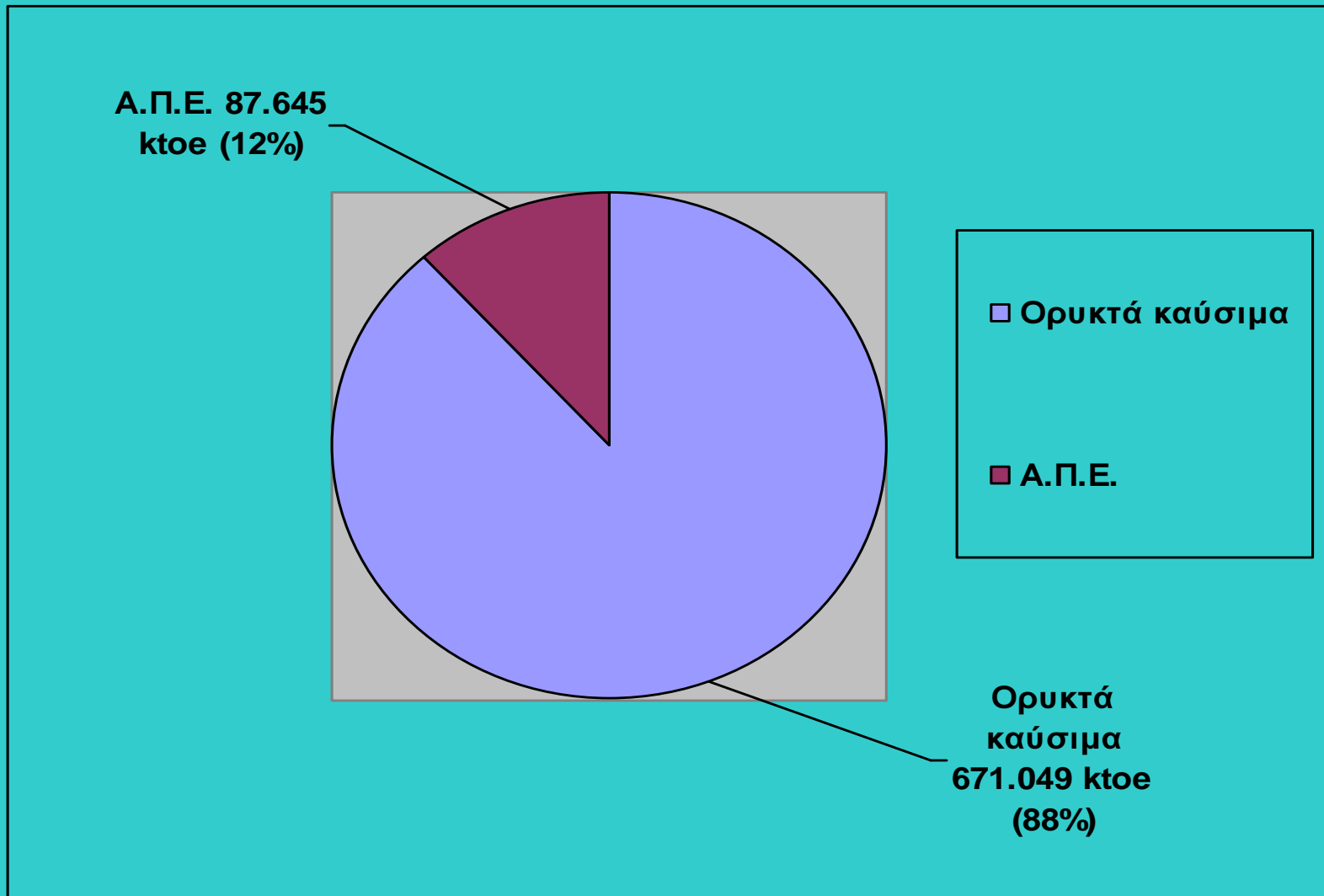
- Ενεργειακή απεξάρτηση
- Ενεργειακή ασφάλεια
- Προστασία του περιβάλλοντος
- Εναλλακτικές προτάσεις για την Ευρωπαϊκή γεωργία

Υπολογιζόμενη μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) από την αύξηση χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στον πρωτογενή τομέα ενέργειας της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Πηγή ενέργειας	Αύξηση δυναμικότητας (1997-2010)	Μείωση CO ₂ (Mt CO ₂ -eq./έτος)
Βιομάζα	90 Mtoe	255
Αιολική ενέργεια	36 GW	72
Υδροδυναμική ενέργεια	13 GW	48
Ηλιακοί συλλέκτες	94 Mio m²	19
Γεωθερμία	2.5 GW	5
Φωτοβολταϊκές μονάδες	3 GWp	3

Πηγή: Λευκή Βίβλος 1997

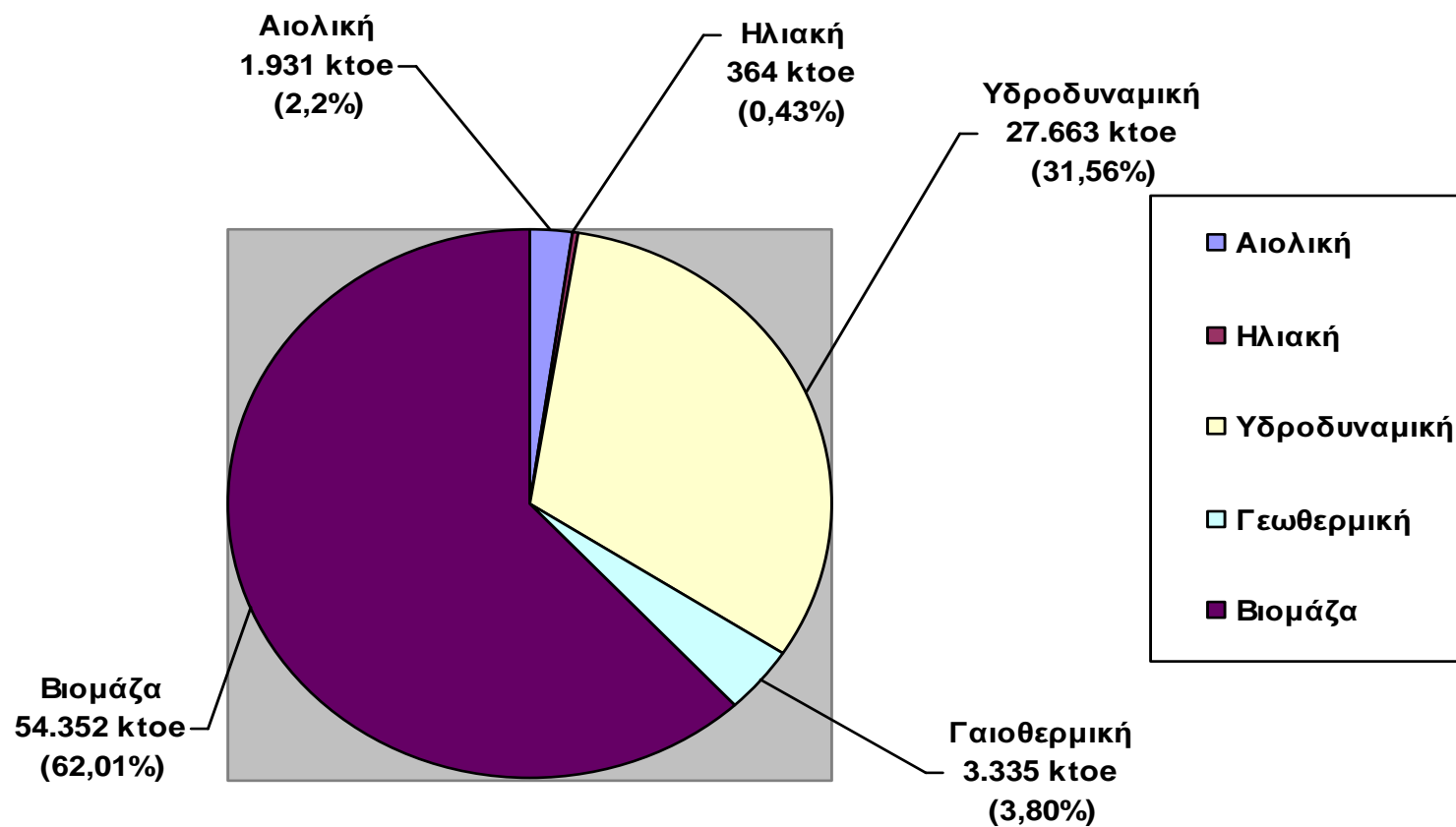
Κατανομή πρωτογενούς ενέργειας στην Ε.Ε.15 (εκτός πυρηνικής ενέργειας - έτος αναφοράς 2000)



Πρωτογενής παραγωγή ενέργειας στην Ε.Ε. 15

Μορφή ενέργειας (ktoe)	Περίοδος			Μέση ετήσια αύξηση ανά περίοδο (%)		
	1989	1995	2000	1989-1995	1995-2000	1989-2000
Σύνολο όλων των μορφών ενέργειας	719.962	736.563	758.694	0,4	0,6	0,5
Ορυκτά καύσιμα	654.952	663.058	671.049	1,237	1,204	2,457
Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	65.010	73.505	87.645	2	4	3
Αιολική ενέργεια	45	350	1.931	41	41	41
Ηλιακή ενέργεια	127	242	364	11	9	10
Υδροδυναμική ενέργεια	21.619	24.948	27.663	2	2	2
Γεωθερμική ενέργεια	2.216	2.517	3.335	2	6	4
Βιομάζα (συμπεριλαμβανομένων και των βιοκαυσίμων)	41.002	45.450	54.352	2	4	3
Συνολική ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές	271	321	388	3	4	3

Κατανομή πρωτογενούς ενέργειας από Α.Π.Ε. στην Ε.Ε.15 (έτος αναφοράς 2000)

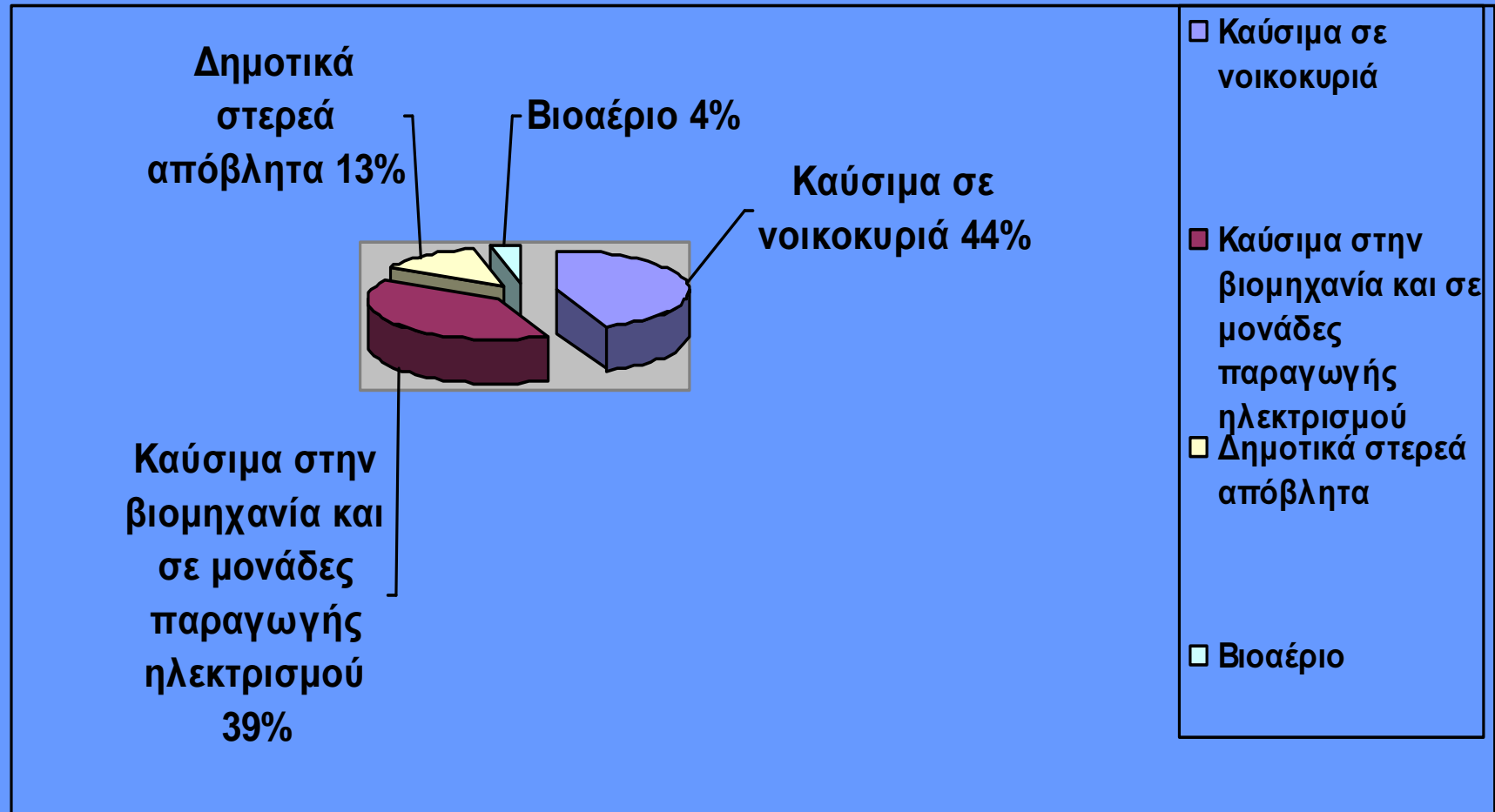


Συνεισφορά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας – Α.Π.Ε. στην ενεργειακή κατανάλωση της Ε.Ε. 15 για το έτος 2000

Χώρα	Συμμετοχή των Α.Π.Ε. στη συνολική πρωτογενή παραγωγή ενέργειας	Συμμετοχή των Α.Π.Ε. στη συνολική εσωτερική κατανάλωση ενέργειας	Συμμετοχή των Α.Π.Ε. στη συνολική μεικτή * κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας
Βέλγιο	5.6%	1.3%	1.5%
Δανία	7.7%	10.8%	17.1%
Γερμανία	7.6%	2.9%	6.8%
Ελλάδα	14.1%	5.0%	7.7%
Ισπανία	22.5%	5.7%	15.7%
Γαλλία	13.4%	6.8%	15.0%
Ιρλανδία	11.3%	1.8%	4.9%
Ιταλία	40.5%	7.0%	16.1%
Λουξεμβούργο	100.0%	1.6%	2.9%
Ολλανδία	2.9%	2.1%	3.9%
Αυστρία	69.9%	23.2%	71.5%
Πολωνία	100.0%	13.0%	29.4%
Φιλανδία	52.7%	23.9%	28.5%
Σουηδία	49.3%	30.7%	55.3%
Ηνωμένο Βασίλειο	1.0%	1.1%	2.7%
Ε.Ε. των 15	11.6%	6.0%	14.7%

• Η μεικτή ηλεκτρική κατανάλωση μιας χώρας ή μιας περιοχής είναι το σύνολο της μεικτής ηλεκτρικής παραγωγής συν τις καθαρές ηλεκτρικές εισαγωγές στη χώρα ή την περιοχή.

Κατανομή της βιομάζας στην Ε.Ε. – 15 το έτος 2000



Στοιχεία χρήσης βιοενέργειας και μελλοντικοί στόχοι στην Ε.Ε. - 25 (Mtoe)

	1995	2000	2003	Στόχος λευκής βίβλου για το έτος 2010
Στερεή βιομάζα	42.9	48.4	49.2	100
Αέρια βιομάζα	1.2	1.8	3.22	15
Υγρά βιοκαύσιμα	0.4	0.9	1.49	20
Βιοντήζελ	0.28	0.70	1.22	-
Βιοαιθανόλη	0.08	0.20	0.27	-
Σύνολο	44.5	51.1	53.9	135

ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΒΙΟΜΑΖΑ

- Λαμβάνοντας υπ' όψιν όλα τα προηγούμενα αντιλαμβανόμαστε τον ρόλο που μπορεί να διαδραματίσει μελλοντικά, σε παγκόσμιο επίπεδο, η αξιοποίηση της βιομάζας σε εφαρμογές ενέργειας.
- Η αντίληψη αυτή επιβεβαιώνεται από τα συμπεράσματα του τελευταίου συνεδρίου των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη, (United Nations Conference on Environment and Development), με βάση τα οποία η βιομάζα, με τα σημερινά δεδομένα πηγών, ποσοτήτων και δυνατοτήτων αξιοποίησης, έχει την δυνατότητα να καλύψει το 50 % της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας.
- Το συμπέρασμα αυτό αποκτά μεγαλύτερη σημασία αν ληφθεί υπ' όψιν η δυνατότητα επέκτασης των ενεργειακών καλλιεργειών και η δυνατότητα καλύτερης αξιοποίησης της βιομάζας μέσα από έρευνα και βελτίωση των μεθόδων χρήσης, μετατροπών και εφαρμογών.

ΟΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ- ΣΗΜΕΡΙΝΟΣ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΡΟΛΟΣ

- Με βάση διάφορες μελέτες που έχουν γίνει (ENERGY CROP POTENTIALS FOR BIOENERGY IN EU-27, 15th European Biomass Conference & Exhibition. From Research to Market Deployment, Berlin, Germany, 7-11 May 2007), περίπου το 60% της καλλιεργήσιμης γης της Ε.Ε. είναι αρκετό για να καλύψει τις Ευρωπαϊκές ανάγκες σε τρόφιμα, ακόμη και με μέτριες η και χαμηλές αποδόσεις.

Απαιτούμενο σημερινό ποσοστό καλλιεργήσιμης γης για την κάλυψη των αναγκών σε τρόφιμα, με βάση μέσες αποδόσεις (τόνοι ολικά στερεά/εκτάριο/έτος).

	Ε.Ε. – 27	Παγκοσμίως
Πληθυσμός	4,9 X 10⁸	5,9 X 10⁹
Γεωργική γη (X 1000 εκτάρια)	19,7 X 10⁷	50,1 X 10⁸
Καλλιεργήσιμη γη (X 1000 εκτάρια)	11,3 X 10⁷	14,0 X 10⁸
Απαιτούμενη έκταση για την κάλυψη των αναγκών σε τρόφιμα (εκτάρια/έτος)	7,1 X 10⁷	8,6 X 10⁸
Ποσοστό επί της Γεωργικής γης	36,0%	17,2%
Ποσοστό επί της καλλιεργήσιμης γης	62,4%	61,4%

Με βάση τα στοιχεία του προηγούμενου πίνακα διαπιστώνουμε ότι υπάρχει αρκετή γη διαθέσιμη για άλλες χρήσεις, όπως π.χ. η στροφή σε ενεργειακές καλλιέργειες.

- **Η άποψη αυτή ενισχύεται ακόμη περισσότερο από τα εξής:**
- **Συνεχής βελτίωση των αποδόσεων των καλλιεργειών, μέσα από την βελτίωση των τεχνολογιών, την γενετική βελτίωση και τις παρεμβάσεις της βιοτεχνολογίας, άρα μικρότερες μελλοντικές εκτάσεις για την παραγωγή τροφίμων.**
- **Συνεχής μείωση των Ευρωπαϊκών οικονομικών ενισχύσεων παραδοσιακών καλλιεργειών και σύγχρονη πτώση των διεθνών τιμών των αγροτικών προϊόντων.**
- **Ανάγκη αναδιάρθρωσης καλλιεργειών και ενίσχυσης του αγροτικού εισοδήματος.**

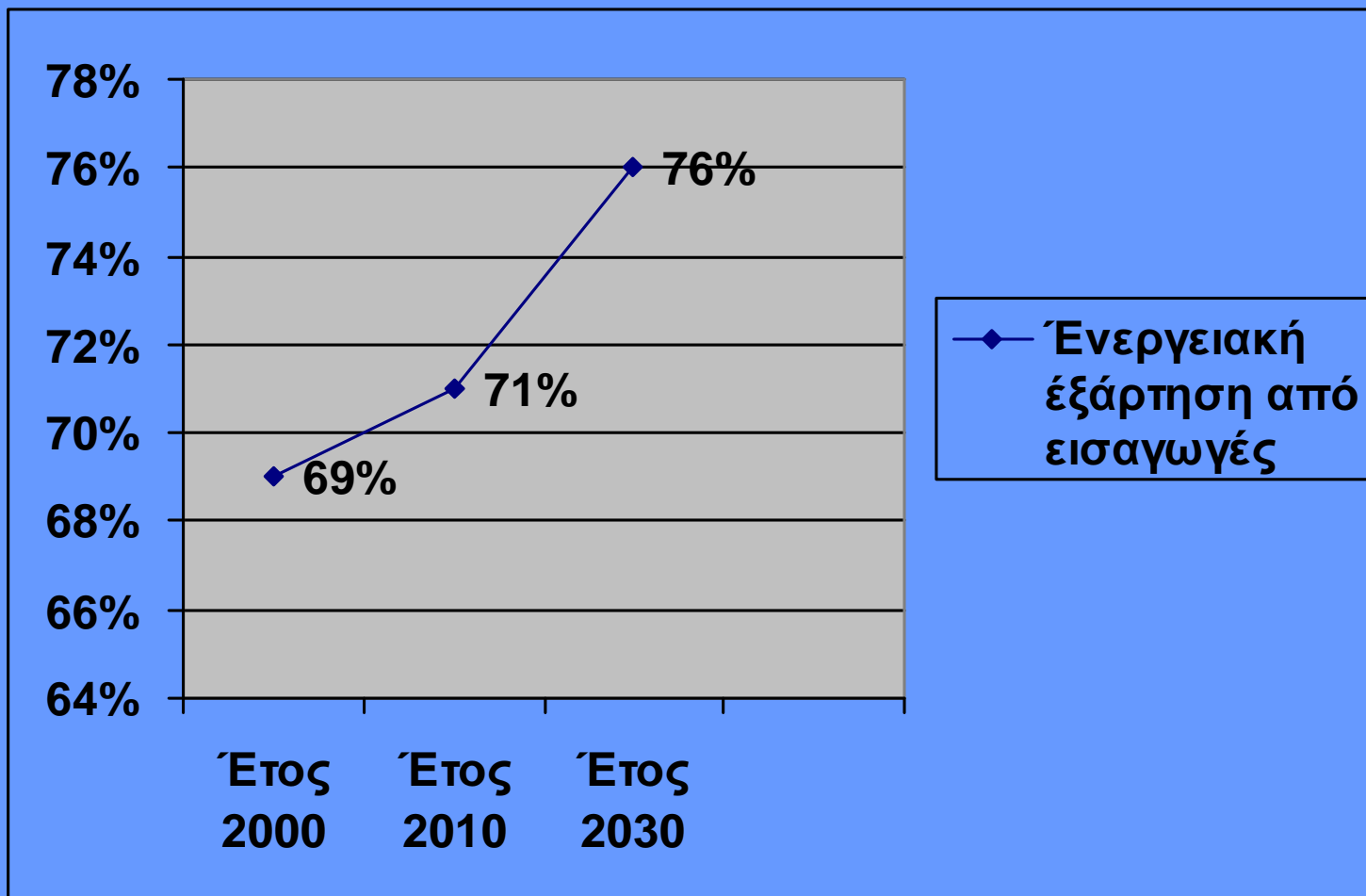
Υπολογιζόμενο δυναμικό ενεργειακών καλλιεργειών στην Ε.Ε. – 27 με βάση το χρησιμοποιούμενο ποσοστό της καλλιεργήσιμης γης και την αναμενόμενη παραγωγή

Αναμενόμενη παραγωγή	Χρήση του 10% Της καλλιεργήσιμης γης	Χρήση του 20% Της καλλιεργήσιμης γης	Χρήση του 30% Της καλλιεργήσιμης γης
10 τόνοι TS (ολικά στερεά) Ανά εκτάριο	46 Mtoe	91 Mtoe	137 Mtoe
20 τόνοι TS (ολικά στερεά) Ανά εκτάριο	91 Mtoe	182 Mtoe	274 Mtoe
30 τόνοι TS (ολικά στερεά) Ανά εκτάριο	137 Mtoe	274 Mtoe	410 Mtoe

Mtoe: Μεγάτονοι ισοδύναμου πετρελαίου
 Πηγή: FAO data base (2003)

Η ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Πορεία ενεργειακής εξάρτησης της Ελλάδας από εισαγωγές

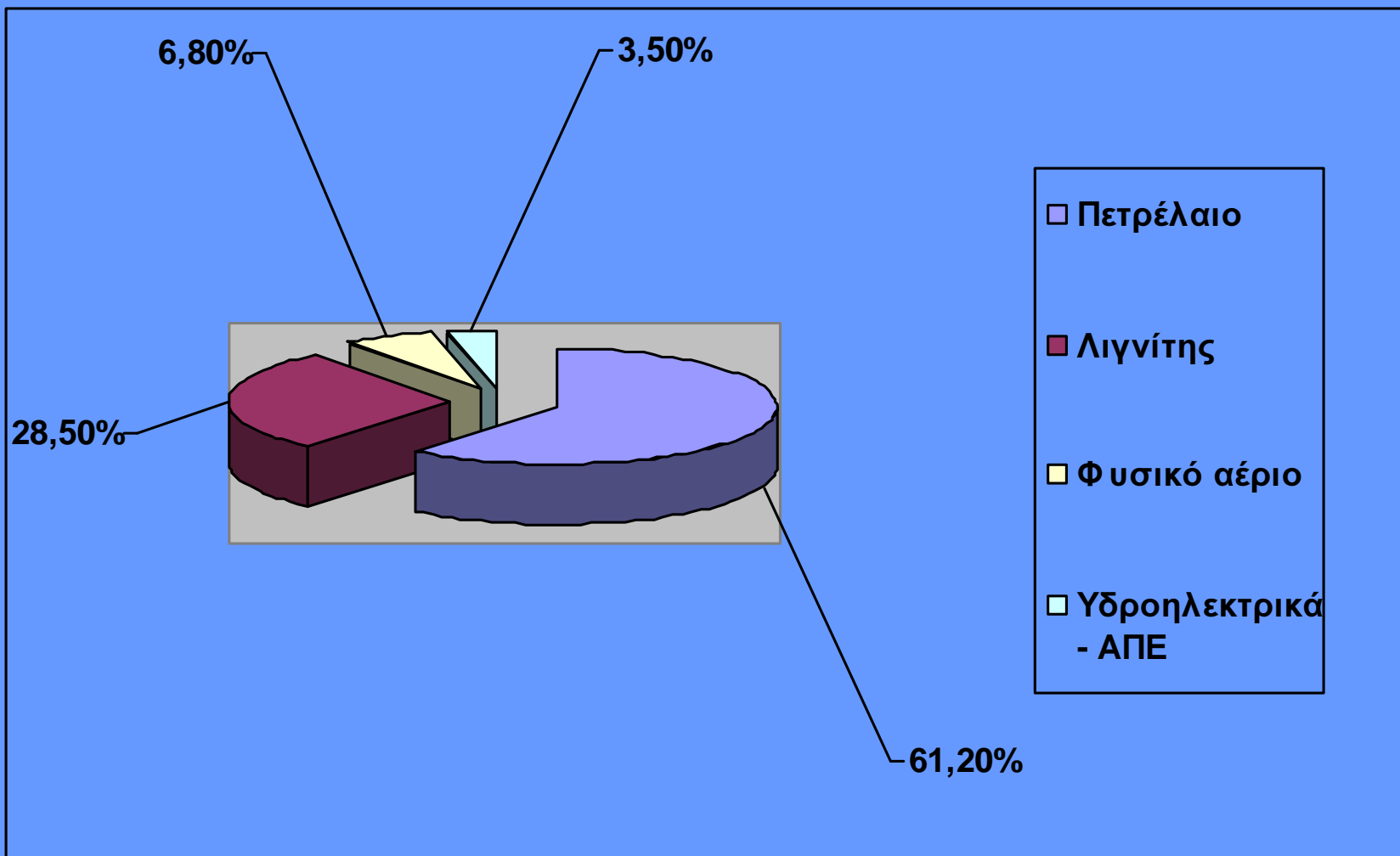


Πηγή: Το Ενεργειακό Μέλλον της Ελλάδος, Κείμενο τεκμηρίωσης Νο 4. Ίδρυμα ΙΣΤΑΜΕ, Αθήνα, Αύγουστος 2006.

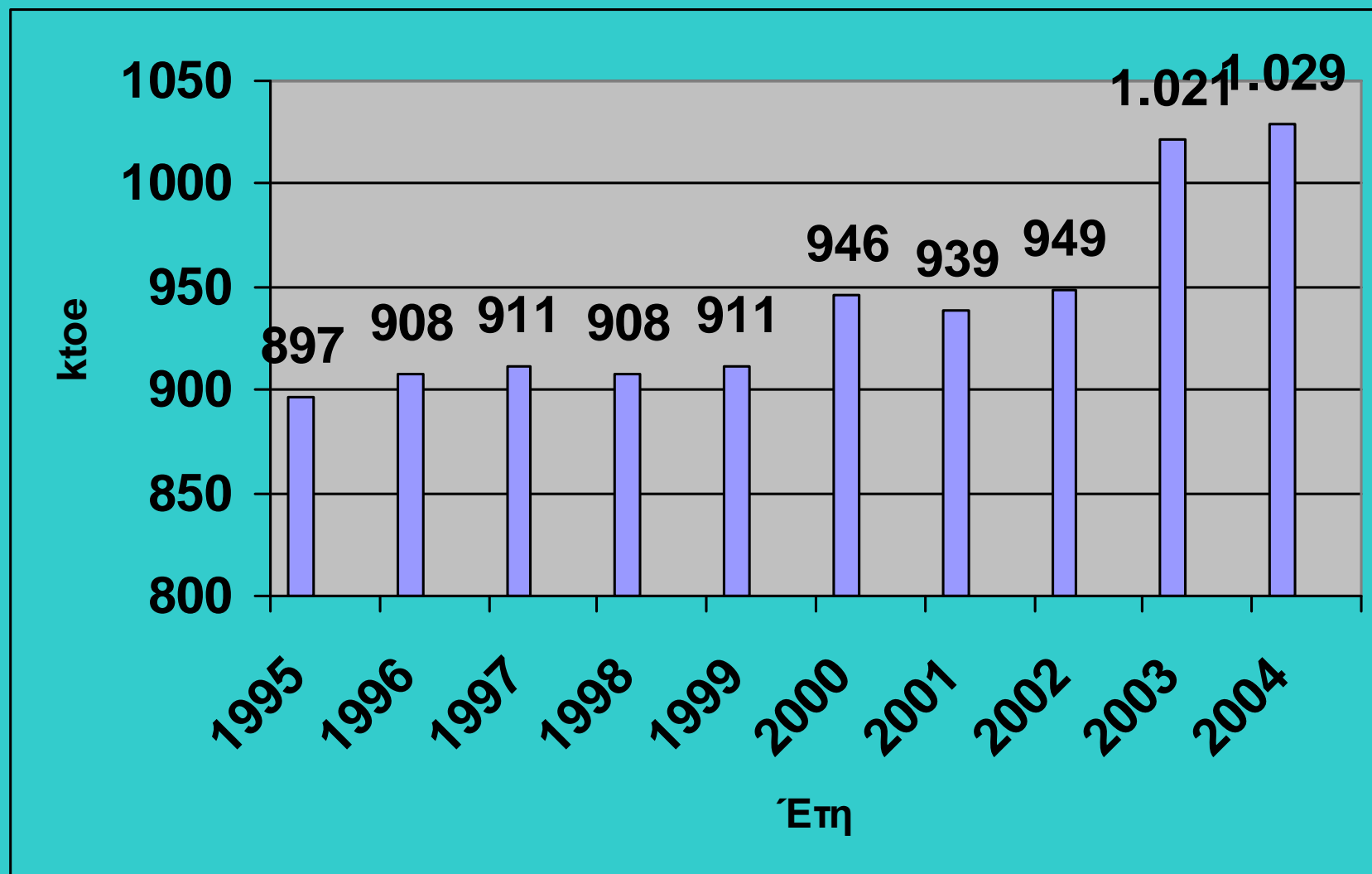
Πρωτογενής ενέργεια στην Ελλάδα (έτος αναφοράς 2004)

Κατηγορία ενέργειας	Ποσότητα εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (toe)	Ποσοστό συμμετοχής στην πρωτογενή ενέργεια %
Πετρέλαιο	20	61,2
Λιγνίτης	9,3	28,5
Φυσικό αέριο	2,2	6,8
Υδροηλεκτρικά και λοιπές ΑΠΕ	1,1	3,5

Κατανομή πρωτογενούς ενέργειας στην Ελλάδα (έτος αναφοράς 2004)



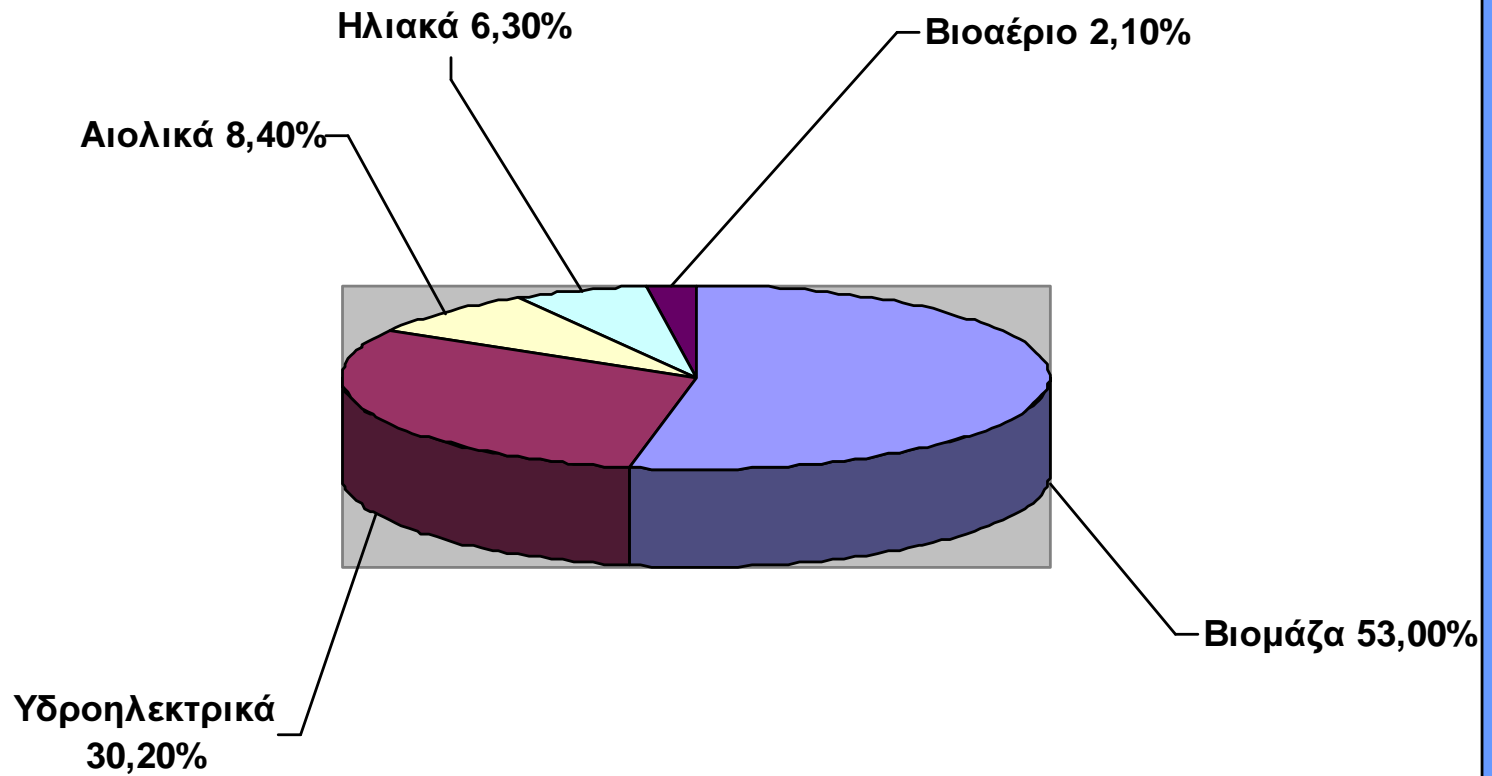
Πορεία της συμμετοχής των Α.Π.Ε. στην ενεργειακή κατανάλωση της Ελλάδας.
(περίοδος αναφοράς 1994 – 2004, χιλιότονοι ισοδύναμου πετρελαίου – ktoe)



**Παραγωγή ενέργειας από Α.Π.Ε. στην Ελλάδα και κατανομή χρήσεων
(έτος αναφοράς 2006)**

	Ktoe	Ποσοστό επί του συνόλου των Α.Π.Ε.
Συνολική παραγωγή ενέργειας από Α.Π.Ε	1.772	100%
χρήση βιομάζας στα νοικοκυριά και την βιομηχανία	939	53,0%
Παραγωγή υδροηλεκτρικών σταθμών	536	30,2%
παραγωγή των αιολικών	149	8,4%
παραγωγή των θερμικών ηλιακών συστημάτων	112	6,3%
βιοαέριο	36	2,1%

Κατανομή παραγωγής από Α.Π.Ε. στην Ελλάδα
(έτος αναφοράς 2006)



Έκταση και κατανομή γης στην Ελλάδα

	Συνολική έκταση (10 ⁶ εκτάρια)	Γεωργική έκταση (10 ⁶ εκτάρια)	Καλλιεργήσιμη έκταση (10 ⁶ εκτάρια)	Ποσοστό καλλιεργήσιμης έκτασης % της συνολικής	Γεωργική γη κατά κεφαλή (εκτάρια)
Ε.Ε. – 27	433,1	196,6	113,5	26	0,41
Ελλάδα	13,2	8,4	2,7 (27εκατ. Στρ.)	20	0,77

Πηγή: FAO data base (2003)

Όπως φαίνεται στον προηγούμενο πίνακα, η Ελλάδα, παρά την μικρή της έκταση και το μικρό ποσοστό καλλιεργήσιμης γης, παρουσιάζει, σε σύγκριση με τον Ευρωπαϊκό μέσο όρο, υψηλή κατά κεφαλή έκταση γεωργικής γης (0,41 εκτάρια για την Ε.Ε. και 0,77 εκτάρια για την Ελλάδα).

- Λαμβάνοντας υπ' όψιν την παραπάνω παρατήρηση σε συνδυασμό με την επιδίωξη της Ε.Ε. – 27 να καλύψει μέχρι το έτος 2030, μέχρι και του 20% των ενεργειακών αναγκών της από βιομάζα, χωρίς να επιβαρύνεται το περιβάλλον και οι ισορροπίες στην παραγωγή τροφίμων
- Λαμβάνοντας επίσης υπ' όψιν ότι σύμφωνα με τα συμπεράσματα του 15ου Ευρωπαϊκού συνεδρίου για την βιομάζα περίπου το 60% της καλλιεργήσιμης γης της Ε.Ε. είναι αρκετό για να καλύψει τις Ευρωπαϊκές ανάγκες σε τρόφιμα, ακόμη και με μέτριες η και χαμηλές αποδόσεις

Μπορούμε να συμπεράνουμε ότι με μια ενδεδειγμένη πολιτική θα μπορούσαν να απελευθερωθούν στην Ελλάδα μέχρι και 10 εκατ. στρέμματα για την καλλιέργεια ενεργειακών φυτών, ανάλογα με τις πολιτικές και τις απαιτήσεις.

Οι καλλιέργειες αυτές θα μπορούσαν πολλαπλώς να συμβάλλουν στις Εθνικές αναπτυξιακές προσπάθειες συνεισφέροντας στα εξής:

- **Στην ενεργειακή απεξάρτηση της χώρας**
- **Στην υποκατάσταση εισαγωγών ορυκτών καυσίμων και την ισορροπία του εμπορικού ισοζυγίου**
- **Στην προστασία του περιβάλλοντος μέσα από την μείωση των εκπομπών θερμοκηπίου**
- **Στην αναδιάρθρωση των καλλιεργειών και την βελτίωση του αγροτικού εισοδήματος**
- **Στην προστασία της άγριας πανίδας μέσα από την αποκατάσταση τοπίων με την εγκατάσταση πολυετών ενεργειακών καλλιεργειών**

Γενικά, μέσα από τα μέχρι σήμερα γνωστά, είδη, αυτά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ενεργειακούς σκοπούς είναι τα εξής:

- ΕΤΗΣΙΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

- Α.ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

- Μαλακό σιτάρι (*Triticum aestivum*)
- Κριθάρι (*Hordeum vulgare*)
- Αραβόσιτος (*Zea mays*)
- Ζαχαρότευτλα (*Beta vulgaris*)
- Ηλίανθος (*Helianthus annuus*)

- Β. ΝΕΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

- Βρασσική η αιθιοπία (*Brassica carinata*)
- Ελαιοκράμβη (*Brassica napus* L.)
- Ινώδες σόργο (*Sorghum bicolor* L. Moench)
- Κενάφ (*Hibiscus cannabinus* L.)
- Σακχαρούχο σόργο (*Sorghum bicolor* L. Moench)

- -

- ΠΟΛΥΕΤΕΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

-

- Αγριοαγκινάρα
(*Cynara cardunculus* L.)
- Ευκάλυπτος
(*Eucalyptus globules/camaldulensis*)
- Καλάμι
(*Arundo donax* L.)
- Μίσχανθος
(*Miscanthus sinensis giganteus* X)
- Ψευδακακία
(*Robinia pseudoacacia*)
- Switchgrass
(*Panicum virgatum* L.)

Βρασσική η αιθιοπία (*Brassica carinata*)

- Η Βρασσική η αιθιοπία είναι φυτό συγγενές με την ελαιοκράμβη, που προήλθε από τη διασταύρωση μεταξύ των ειδών *Brassica nigra* και *Brassica oleracea*.
- Είναι ποώδες φυτό της οικογένειας των Σταυρανθών (*Cruciferae*), που προσαρμόζεται καλά στο μεσογειακό κλίμα.
- Η αξιοποίηση του για ενεργειακούς σκοπούς (στερεό βιοκαύσιμο, βιοντίζελ, καύσιμη βιομάζα) παρουσιάζει ενδιαφέρον για χώρες που χαρακτηρίζονται από ξηρικές κλιματικές συνθήκες όπως οι Μεσογειακές.

Ελαιοκράμβη (*Brassica oleracea*)

- Είναι και αυτό ποώδες φυτό της οικογένειας των Σταυρανθών (*Cruciferae*), που προσαρμόζεται επίσης καλά στο μεσογειακό κλίμα.
- Η αξιοποίηση του για ενεργειακούς σκοπούς (στερεό βιοκαύσιμο, βιοντίζελ, καύσιμη βιομάζα) παρουσιάζει ενδιαφέρον για χώρες που χαρακτηρίζονται από ψυχρότερες και πλέον υγρές κλιματικές συνθήκες όπως αυτές των βορειότερων Ευρωπαϊκών χωρών.
- Η ελαιοκράμβη γενικά δείχνει μεγαλύτερη αντοχή στο κρύο από τη βρασική και καλλιεργείται σαν χειμερινή με μεγάλη ασφάλεια. Παρουσιάζει έναντι της βρασικής μεγαλύτερες απαιτήσεις σε υγρασία
- Η καλλιέργεια της, οι χρήσεις της και οι αποδόσεις είναι είναι παρόμοιες με αυτές της Βρεσικής της αιθιοπίας

Ινώδες σόργο (Fiber sorghum)

- Πρόκειται για υβρίδιο που προήλθε από τη διασταύρωση δύο ειδών σόργου (καρποδοτικού και σαρωθροποιίας).
- Είναι ετήσιο C_4 φυτό, με ύψος 3,5 – 4 μέτρα και υψηλές αποδόσεις σε βιομάζα, παρουσιάζει μάλιστα έναν από τους μεγαλύτερους ρυθμούς παραγωγής βιομάζας ημερησίως.
- Έχει πολύ καλά αναπτυγμένο ριζικό σύστημα που το καθιστά πολύ ανθεκτικό σε ξηρικές συνθήκες, αλλά και πολύ αποτελεσματικό κατά της διάβρωσης του εδάφους.
- Προσαρμόζεται καλά σε μεγάλο εύρος εδαφών.
- Αντέχει σε τιμές PH από 5 έως 8 και σε κάποιο βαθμό αλατότητας. Τα εδάφη που νεροκρατούν όπως επίσης και τα πολύ όξινα θα πρέπει να αποφεύγονται.
- Σε ότι αφορά τις κλιματικές απαιτήσεις προσαρμόζεται καλά σε τροπικές και εύκρατες περιοχές.
- Σε αντίθεση με το σακχαρούχο, το ινώδες σόργο έχει σχετικά χαμηλή απόδοση σε ζυμώσιμα σάκχαρα (9-12% της ξηράς ουσίας).
- Το ενεργειακό του δυναμικό βασίζεται κυρίως στην υψηλή περιεκτικότητα του σε κυταρίνες και ημικυταρίνες (λιγνοκυταρινούχες ενώσεις), που υδρολύονται σε ζυμώσιμα σάκχαρα

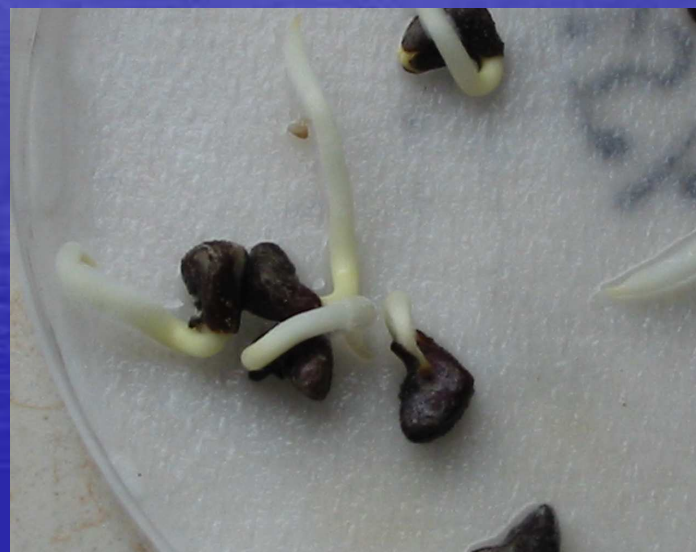


Κενάφ (Hibiscus cannabinus L.)

- **Το** κενάφ είναι ετήσιο ανοιξιάτικο φυτό που παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον σαν στερεό βιοκαύσιμο, έχοντας ταυτόχρονα και πληθώρα άλλων χρήσεων, όπως η παραγωγή χαρτοπολτού, υφασμάτων, σχοινιών, μοριοσανίδων και μονωτικών υλικών.
- Η καλλιέργεια του κενάφ σε σύγκριση με άλλες ενεργειακές καλλιέργειες παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα όπως:
- **A.** Εύκολη εγκατάσταση (μηχανική σπορά με συνήθεις πνευματικές σπαρτικές μηχανές)
- **B.** Προσαρμοστικότητα σε ποικιλία εδαφών
- **Γ.** Δυνατότητα μηχανικής συγκομιδής με συνήθη σιροκοπτικά μηχανήματα
- **Ε.** Υψηλές αποδόσεις σε βιομάζα.



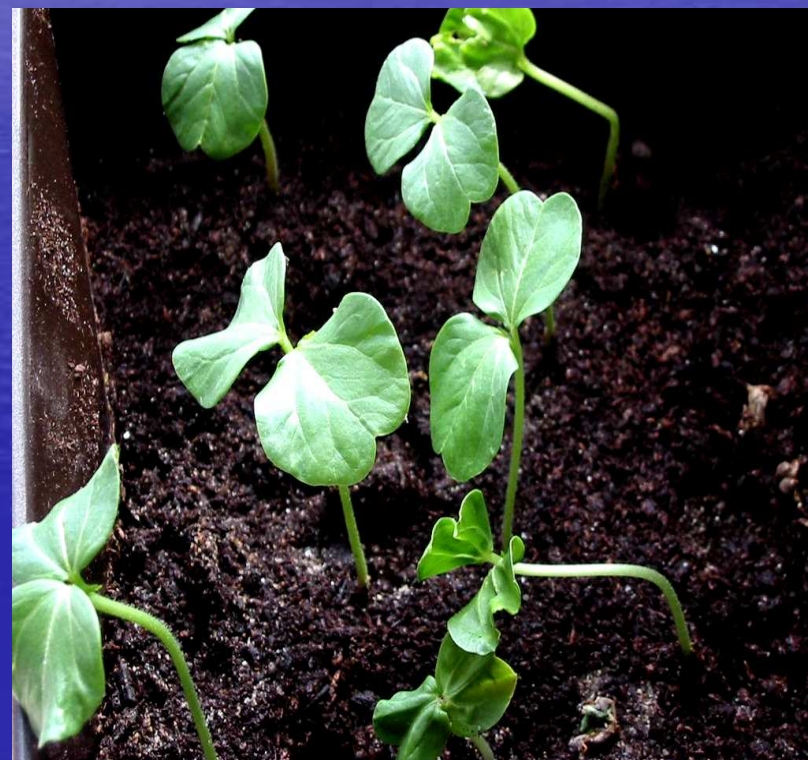
Κενάφ (Hibiscus cannabinus L.)
Προβλάστωση σπόρου



Κενάφ (Hibiscus cannabinus L.)
Προετοιμασία αγρού και σπορά



Κενάφ (Hibiscus cannabinus L.)
Φύτρωμα – πρώτα στάδια



Κενάφ (Hibiscus cannabinus L.)
Πρώτα στάδια ανάπτυξης (1ος και 2ος μήνας)



Κενάφ (Hibiscus cannabinus L.)
Πλήρης ανάπτυξη (Δεξιά λεπτομέρεια των στελεχών)



Κενάφ (Hibiscus cannabinus L.)
Στάδιο συγκομιδής



Σακχαρούχο σόργο (*Sorghum bicolor*)

- Είναι ετήσιο ανοιξιότιο φυτό της οικογένειας των Αγρωστωδών (*Gramineae*), που μοιάζει πολύ στην εμφάνιση με το καλαμπόκι. Έχει υψηλή φωτοσυνθετική ικανότητα και πολύ καλή αποτελεσματικότητα χρήσης νερού.
- Τα στελέχη του έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα (9-14% και 30-45% επί του χλωρού και του ξηρού βάρους αντίστοιχα), τα οποία κατά τα 2/3 είναι σακχαρόζη και τα υπόλοιπα μονοσακχαρίτες.
- Πέρα από τα ανωτέρω το γλυκό σόργο εμφανίζεται περισσότερο ανθεκτικό στην ξηρασία από τα περισσότερα σιτηρά και έχει μειωμένες απαιτήσεις σε άζωτο.



ΠΟΛΥΕΤΗ ΕΙΔΗ

Αγριαγκινάρα (*Cynara cardunculus* L.)

- Πολυετές φυτό που καλλιεργείται εδώ και πολλά χρόνια σε αρκετές περιοχές της Μεσογείου, για ανθρώπινη κατανάλωση.
- Είδος πολύ καλά προσαρμοσμένο στις ξηρικές συνθήκες που επικρατούν στη νότια Ευρώπη. Σαν χειμερινή καλλιέργεια εκμεταλλεύεται τη διαθέσιμη υγρασία του φθινοπώρου και των βροχών του χειμώνα.
- Επιπλέον το καλά ανεπτυγμένο ριζικό του σύστημα παρέχει προστασία από τη διάβρωση του εδάφους σε επικλινή και μειωμένης γονιμότητας εδάφη.
- Μπορεί να καλλιεργηθεί σε ξηρικά χωράφια και κατά συνέπεια να αντικαταστήσει τα χειμερινά σιτηρά (σιτάρι, κριθάρι κλπ).

Φυτεία αγριοαγκινάρας



Ευκάλυπτος (*Eucalyptus globules/camaldulensis*)

- Αειθαλές δενδρώδες είδος που κατάγεται από την Αυστραλία, πολύ διαδεδομένο στη χώρα μας σαν καλλωπιστικό.
- Έχει χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα για ενεργειακούς και διάφορους άλλους σκοπούς σε ολόκληρο τον κόσμο (Ινδία, Νότια Αφρική, Βραζιλία).
- Στην Πορτογαλία η καλλιέργεια ευκαλύπτου, με 50.000.000 στρέμματα, αποτελεί τη βάση μιας μεγάλης βιομηχανίας παραγωγής χαρτοπολτού.
- Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει ως ενεργειακό φυτό είναι τα εξής:
 - Υψηλές αποδόσεις, που φθάνουν τους 4 τόνους ξηράς ουσίας ανά στρέμμα
 - Χαμηλές ετήσιες εισροές καλλιέργειας από το δεύτερο έτος (είναι πολυετές φυτό).
 - Ανθεκτικότητα στις προσβολές εντόμων και παθογόνων μικροοργανισμών, όπως επίσης και στα ζιζάνια μετά την ανάπτυξη με αποτέλεσμα να μην απαιτεί πολλές επεμβάσεις με χημικά σκευάσματα.
- Το σοβαρότερο μειονέκτημα που παρουσιάζει η καλλιέργεια είναι το πολύ υψηλό κόστος της αρχικής εγκατάστασης και η απαίτηση ειδικού εξοπλισμού για την συγκομιδή

Καλάμι (Arundo donax)

- Πολυετές C₃ φυτό, ιθαγενές των Μεσογειακών χωρών πολύ καλά προσαρμοσμένο στις συνθήκες της χώρας μας.
- Εξαπλώνεται σε όλο το βόρειο ημισφαίριο, ενώ συγγενικά είδη έχουν αναφερθεί και στην Αυστραλία.
- Το υπόγειο τμήμα του αποτελείται από ρίζες και ριζώματα. Οι ρίζες (όργανα πρόσληψης νερού και θρεπτικών στοιχείων) μπορούν να φτάσουν σε αρκετά μέτρα βάθος.
- Τα ριζώματα είναι τύπος βλαστού, που κατά τη διάρκεια του χειμώνα αποταμιεύουν θρεπτικά στοιχεία.
- Από την έκπτυξη των οφθαλμών των ριζωμάτων την άνοιξη και το καλοκαίρι προκύπτει το εναέριο τμήμα του φυτού.
- Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει ως ενεργειακό φυτό είναι τα εξής:
- Υψηλές αποδόσεις, που φθάνουν τους 4 τόνους ξηράς ουσίας ανά στρέμμα (και μάλιστα από άγρια μη βελτιωμένα φυτά).
- Χαμηλές ετήσιες εισροές καλλιέργειας από το δεύτερο έτος (είναι πολυετές φυτό).
- Ανθεκτικότητα στις προσβολές εντόμων και παθογόνων μικροοργανισμών, όπως επίσης και στα ζιζάνια, με αποτέλεσμα να μην απαιτεί επεμβάσεις με χημικά σκευάσματα.
- Δυνατότητα μηχανικής συγκομιδής (μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι συγκομιστικές μηχανές που χρησιμοποιούνται στα χορτοδοτικά φυτά και πολύ καλύτερα τα ενσιρωτικά μηχανήματα).
- Παροχή προστασίας από τη διάβρωση του εδάφους.

Καλάμι (Arundo donax)



Μίσχανθος (*Miscanthus sinensis* x *giganteus*)

- Καλλιεργείται εδώ και πολλά χρόνια στην Ευρώπη σαν καλλωπιστικό φυτό.
- Πρόσφατα εκτιμήθηκαν οι διάφορες δυνατότητες χρήσης του, όπως παραγωγή ενέργειας, χαρτοπολτού και μονωτικών υλικών. Η καλλιέργεια του συγκεκριμένα για παραγωγή ενέργειας προωθείται ήδη στις χώρες της Βόρειας Ευρώπης.
- Όπως έχει παρατηρηθεί στη Νότια Ευρώπη αποδίδει περισσότερο, λόγω της ευαισθησίας που έχει στις χαμηλές θερμοκρασίες.
- Και στην περίπτωση του μίσχανθου το σοβαρότερο μειονέκτημα που παρουσιάζει η καλλιέργεια είναι το πολύ υψηλό κόστος της αρχικής εγκατάστασης, λόγω του πολλαπλασιασμού με ριζώματα, όπου και εδώ η συλλογή γίνεται με εξόρυξη και η όλη διαδικασία απαιτεί υψηλή συμμετοχή μηχανικής και ανθρώπινης εργασίας.

Μίσχανθος (*Miscanthus sinensis* x *giganteus*)



Ψευδακακία (Robinia pseudoacacia)

- Ενδημικό είδος της βορείου Αφρικής, ευρέως διαδεδομένο ως καλλωπιστικό φυτό.
- Τρίτο σε εξάπλωση σε παγκόσμια κλίμακα πλατύφυλλο είδος, καταλαμβάνοντας μια έκταση καλλιέργειας 30 εκατομμυρίων στρεμμάτων.
- Ανήκει στην οικογένεια των Ψυχανθών, μπορεί δηλαδή να προσλαμβάνει το ατμοσφαιρικό άζωτο μέσω συμβιωτικών βακτηρίων, και κατά συνέπεια μπορεί να καλλιεργηθεί σε μειωμένης παραγωγικότητας εδάφη.
- Παρουσιάζει αξιόλογα πλεονεκτήματα όπως:
- Ταχύτατη ανάπτυξη και μάλιστα σε μεγάλη ποικιλία εδαφικών συνθηκών.
- Εμφάνιση πλούσιας πρεμνοβλάστησης μετά την κοπή
- Υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο και
- Καλή δυνατότητα καύσης.

Switchgrass (*Panicum virgatum* L.)

- Πολυετές φυτό, της οικογένειας των αγρωστωδών γνωστό στον Καναδά και τις ΗΠΑ σαν χορτοδοτικό φυτό.
- Τα τελευταία χρόνια παρουσιάζει ενδιαφέρον και ως ενεργειακό φυτό.
- Καλλιεργούνται δύο τύποι του φυτού κατάλληλοι αντίστοιχα για ορεινές η πεδινές περιοχές.
- Ο πρώτος τύπος χαρακτηρίζεται από σχετικά λεπτούς βλαστούς και ύψος από 90 cm έως 1,5 m, ενώ ο δεύτερος έχει λεπτότερους βλαστούς και ύψος 1,5 έως 2,5 m.
- Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει ως ενεργειακό φυτό είναι:
 - χαμηλό κόστος εγκατάστασης (πολλαπλασιάζεται με σπόρο)
 - παραγωγή σε βιομάζα που φθάνει τους 1,4 τόνους ανά στρέμμα
 - μειωμένες απαιτήσεις σε νερό και άζωτο και
 - παροχή άριστης προστασίας από τη διάβρωση.