

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

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

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



ΜΥΡΤΩ Ε. ΚΥΠΡΙΩΤΗ (Α.Μ. 29/04)

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

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2009

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

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

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

**Η υποβολή της πτυχιακής διατριβής αποτελεί μέρος των απαιτήσεων
για την απονομή πτυχίου στο Τμήμα Φυτικής Παραγωγής της Σχολής
Τεχνολογίας Γεωπονίας στο ΑΤΕΙΘ.**

ΜΥΡΤΩ Ε. ΚΥΠΡΙΩΤΗ (Α.Μ. 29/04)

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

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2009

**Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται στον Επιβλέποντα Καθηγητή κ.
Γεώργιο Α. Παλάτο, Καθηγητή Εφαρμογών του ΑΤΕΙΘ.**

**Θερμές ευχαριστίες επίσης εκφράζονται στον Σταθμό Γεωργικής
Έρευνας Κομοτηνής, περιφερειακής μονάδας του Εθνικού Ιδρύματος
Αγροτικής Έρευνας (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.) για την αμέριστη βοήθεια στην
εκπόνηση της διατριβής αυτής μέσα από την απεριόριστη ελευθερία
πρόσβασης στα αρχεία του και τα πειραματικά του δεδομένα γύρω από
τις ενεργειακές καλλιέργειες.**

Με εκτίμηση

Μυρτώ Ε. Κυπριώτη

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελίδα
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	2
Η ΔΙΕΘΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ.....	4
ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝ.....	6
Η ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ- ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ.....	17
Η ΓΕΩΡΓΙΑ ΣΤΗΝ Ε.Ε. ΣΗΜΕΡΑ.....	33
ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΓΗΣ ΣΤΗ Ε.	34
ΟΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΣΤΗΝ Ε.Ε. - ΣΗΜΕΡΙΝΟΣ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΡΟΛΟΣ.....	34
Η ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	38
Η ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	41
ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΩΝ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΞΕΛΙΞΕΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ	48
ΟΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ – ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ – ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ	50
Ετήσιες ενεργειακές καλλιέργειες	53
Βρασσική η αιθίοπια (<i>Brassica carinata</i>)	53
Ελαιοκράμβη (<i>Brassica oleracea</i>)	54
Σακχαρούχο σόργο (<i>Sorghum bicolor</i>)	55
Ινώδες σόργο (<i>Fiber sorghum</i>)	58
Κενάφ (<i>Hibiscus cannabinus L.</i>)	60
Πολυετείς ενεργειακές καλλιέργειες	63
Αγριαγκινάρα (<i>Cynara cardunculus L.</i>)	63
Ευκάλυπτος (<i>Eucalyptus globules/camaldulensis</i>)	65
Καλάμι (<i>Arundo donax</i>)	68
Μίσχανθος (<i>Miscanthus sinensis x giganteus</i>)	70
Ψευδακακία (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	72
Switchgrass (<i>Panicum virgatum L.</i>)	73
Βιβλιογραφία	74

Πίνακες και σχήματα

Πίνακες

	Σελίδα
Πίνακας 1. Τύποι και προέλευση βιομάζας	10
Πίνακας 2. Προέλευση και μετατροπές βιομάζας	11
Πίνακας 3. Δυναμικό και αξιοποίηση βιομάζας παγκοσμίως	15
Πίνακας 4. Προβλεπόμενη αύξηση ζήτησης πετρελαίου μέχρι το έτος 2020	17
Πίνακας 5. Υπολογιζόμενη μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO ₂) από την αύξηση χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στον πρωτογενή τομέα ενέργειας της Ευρωπαϊκής Ένωσης	19
Πίνακας 6. Πορεία μείωσης των εκπομπών θερμοκηπίου κατά χώρα – μέλος σύμφωνα με το πρωτόκολλο του Κγτο	19
Πίνακας 7. Πρωτογενής παραγωγή ενέργειας στην Ε.Ε. 15	21
Πίνακας 8. Συνεισφορά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας – Α.Π.Ε. στην ενεργειακή κατανάλωση της Ε.Ε. 15 για το έτος 2000	23
Πίνακας 9. Ηλεκτρική παραγωγή από ΑΠΕ στην Ε.Ε. των 15	24
Πίνακας 10. Υδροηλεκτρική ενέργεια στην Ε.Ε. των 15	26
Πίνακας 11. Στοιχεία χρήσης βιοενέργειας και μελλοντικοί στόχοι στην Ε.Ε. - 25	27
Πίνακας 12. Δυναμικό παραγωγής βιοαιθανόλης από μαλακό σιτάρι και σακχαρότευτλα στην Ε.Ε. των 25	29
Πίνακας 13. Παραγωγή βιοαιθανόλης στην Ε.Ε. των 15	29
Πίνακας 14. Μέσες αποδόσεις ελαιούχων καρπών στην Ε.Ε. των 25	30
Πίνακας 15. Δυναμικό παραγωγής βιοντήζελ από ελαιοκράμβη και ηλίανθο (Ε.Ε. 25)	31
Πίνακας 16. Παραγωγή βιοντήζελ στην Ευρωπαϊκή Ένωση	31
Πίνακας 17. Έκταση κατά κύρια κατηγορία καλλιεργειών στην Ευρωπαϊκή Ένωση	34
Πίνακας 18. Απαιτούμενο σημερινό ποσοστό καλλιεργήσιμης γης για την κάλυψη των αναγκών σε τρόφιμα, με βάση μέσες αποδόσεις.....	35
Πίνακας 19. Συνολική έκταση και κατανομή γης κατά χώρα – μέλος της Ε.Ε. – 27	37
Πίνακας 20. Υπολογιζόμενο δυναμικό ενεργειακών καλλιεργειών στην Ε.Ε. – 27 με βάση το χρησιμοποιούμενο ποσοστό της καλλιεργήσιμης γης και την αναμενόμενη παραγωγή	37
Πίνακας 21. Πρωτογενής ενέργεια στην Ελλάδα	39
Πίνακας 22. Ενεργειακό ισοζύγιο της Ελλάδας 1995 – 2004	42-43
Πίνακας 23. Πρωτογενής παραγωγή της Ελλάδας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	45
Πίνακας 24. Παραγωγή ενέργειας από Α.Π.Ε. στην Ελλάδα και	

κατανομή χρήσεων	46
Πίνακας 25. Πορεία μείωσης των εκπομπών θερμοκηπίου κατά χώρα – μέλος σύμφωνα με το πρωτόκολλο του Κyoto	48
Πίνακας 26. Μελλοντικοί χρήσης βιοενέργειας στόχοι στην Ε.Ε. – 25	49
Πίνακας 27. Έκταση και κατανομή γης στην Ελλάδα	51

Σχήματα

	Σελίδα
Σχήμα 1. Συμμετοχή των ΑΠΕ στην παγκόσμια ενεργειακή ζήτηση (έτος 2006) ..	13
Σχήμα 2. Συμμετοχή % της βιοενέργειας στην παγκόσμια συνολική κατανάλωση ενέργειας	13
Σχήμα 3. Δυναμικό και αξιοποίηση βιομάζας παγκοσμίως	15
Σχήμα 4. Κατανομή πρωτογενούς ενέργειας στην Ε.Ε.15	20
Σχήμα 5. Κατανομή πρωτογενούς ενέργειας στην Ε.Ε.15	22
Σχήμα 6. Κατανομή πρωτογενούς ενέργειας από Α.Π.Ε. στην Ε.Ε.15	22
Σχήμα 7. Κατανομή Ηλεκτρικής παραγωγής από ΑΠΕ στην Ε.Ε. των 15	24
Σχήμα 8. Συνεισφορά κρατών-μελών ΕΕ15 στην ηλεκτρική παραγωγή από ΑΠΕ το έτος 2000	25
Σχήμα 9. Κατανομή της βιομάζας στην Ε.Ε. – 15 το έτος 2000	27
Σχήμα 10. Εξέλιξη παραγωγής βιοαιθανόλης στην Ε.Ε. των 15 (1993-2003)	29
Σχήμα 11. Κατανομή της γης στην Ε.Ε. – 27	33
Σχήμα 12. Χρήσεις γής στην Ευρωπαϊκή Ένωση (EU 27)	33
Σχήμα 13. Πορεία ενεργειακής εξάρτησης της Ελλάδας από εισαγωγές	38
Σχήμα 14. Μέσοι ετήσιοι ρυθμοί αύξησης κόστους αγοράς πετρελαίου για την περίοδο 1997-2004	39
Σχήμα 15. Κατανομή πρωτογενούς ενέργειας στην Ελλάδα	40
Σχήμα 16. Ενεργειακό ισοζύγιο της Ελλάδας για το έτος 2004	41
Σχήμα 17. Πορεία της συμμετοχής των Α.Π.Ε. στην ενεργειακή κατανάλωση της Ελλάδας	44
Σχήμα 18. Κατανομή παραγωγής από Α.Π.Ε. στην Ελλάδα	46

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια τα ενεργειακά προβλήματα βρίσκονται στην κορυφή του ενδιαφέροντος επηρεάζοντας άμεσα και καθοριστικά τις οικονομίες και τις πολιτικές σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι αλλαγές που παρατηρούνται στον ενεργειακό τομέα είναι ριζικές, και μοιραία επηρεάζουν μακροπρόθεσμα την παγκόσμια οικονομική πορεία.

Οι ενεργειακοί κλυδωνισμοί γίνονται όλο και περισσότερο ανησυχητικοί συνδυαζόμενοι με τα διογκούμενα περιβαλλοντικά προβλήματα που προκύπτουν κατά βάση από την συνεχή χρήση ορυκτών καυσίμων σε συνδυασμό με την παγκόσμια βιομηχανική έκρηξη, και την αλματώδη ανάπτυξη των γιγάντιων Ασιατικών χωρών όπως η Ινδία και η Κίνα.

Μέσα από αυτήν την διαμορφούμενη κατάσταση αναδύεται μια ανάγκη για ριζικές διαρθρωτικές αλλαγές στον χώρο της ενέργειας.

Μέσα σε όλο το σύγχρονο ενεργειακό σκηνικό εμφανίζεται πρόσφατα ένας νέος αλλά πολλά υποσχόμενος εταίρος, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ).

Οι πηγές αυτές ενέργειας έχουν προχωρήσει αρκετά από πλευράς τεχνολογικής ωριμότητας σε πολλούς τομείς, όπως στερεά καύσιμα, βιοαέριο, βιοαιθανόλη, βιοντήζελ κλπ, και επιπλέον ευνοούνται από το διαμορφούμενο παγκόσμια πολιτικό σκηνικό που επιβάλλει άμεση λήψη δραστικών μέτρων για τη μείωση των εκπομπών θερμοκηπιακών αερίων που επηρεάζουν δυσμενώς και αποσταθεροποιούν το κλίμα της γης.

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. Πέρα από αυτά, υπόσχονται τόνωση των τοπικών αγορών και περιφερειακή ανάπτυξη. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο το διαμορφούμενο ενεργειακό πολιτικό σκηνικό θέτει μέχρι σήμερα ελπιδοφόρες προοπτικές διεξόδου των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Για ένα μεγάλο διάστημα μετά από την ενεργειακή κρίση της δεκαετίας του 1970, τα ενεργειακά προβλήματα παρέμειναν σε κάποια καταστολή και δεν βρίσκονταν τόσο ψηλά στην πολιτική και κοινωνική ατζέντα. Τα τελευταία χρόνια και πάλι τα ζητήματα αυτά βρίσκονται στην κορυφή του ενδιαφέροντος επηρεάζοντας άμεσα και καθοριστικά τις οικονομίες και τις πολιτικές σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι αλλαγές που παρατηρούνται στον ενεργειακό τομέα είναι ριζικές, και μοιραία θα επηρεάζουν μακροπρόθεσμα την οικονομική πορεία όλων των χωρών. Σήμερα λοιπόν, περισσότερο από κάθε άλλη προηγούμενη παρόμοια κατάσταση, παρουσιάζεται επιτακτική η ανάγκη εμπειριστατωμένης ανάλυσης της υφιστάμενης ενεργειακής κατάστασης κάθε χώρας και ο μακροχρόνιος ενεργειακός σχεδιασμός, για την όσο το δυνατό αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση της διαμορφούμενης νέας ενεργειακής εποχής, και της αποφυγής των ανεξέλεγκτων οικονομικών κραδασμών που προκύπτουν από αυτήν.

Οι ενεργειακοί αυτοί κλυδωνισμοί γίνονται περισσότερο ανησυχητικοί συνδυαζόμενοι με τα διογκούμενα περιβαλλοντικά προβλήματα που προκύπτουν κατά βάση από την συνεχή χρήση ορυκτών καυσίμων σε συνδυασμό με την παγκόσμια βιομηχανική έκρηξη, και ιδιαίτερα την αλματώδη ανάπτυξη των γιγάντιων Ασιατικών χωρών όπως η Ινδία και η Κίνα.

Η διαμορφούμενη αυτή παγκόσμια ενεργειακή κατάσταση αντανακλά και εκφράζεται σε διάφορα επίπεδα, όπως το κοινωνικό, το ενεργειακό, και το περιβαλλοντικό.

Στο κοινωνικό επίπεδο, το κύριο θέμα είναι οι συνεχώς αυξανόμενες τιμές του πετρελαίου και οι συμπαρασυρόμενες από αυτές τιμές των υπόλοιπων ορυκτών καυσίμων. Οι διαμορφούμενες τιμές, παρά τις φυσιολογικές διακυμάνσεις, φαίνεται πως δεν πρόκειται στο μέλλον να ξαναβρεθούν στα επίπεδα των περασμένων δεκαετιών, προκαλώντας έτσι μια συνεχώς εντεινόμενη αδυναμία των χαμηλότερων εισοδηματικά στρωμάτων να ανταποκριθούν στις εξάρσεις των τιμών.

Στο ενεργειακό επίπεδο φαίνονται να εμπλέκονται διάφορα πεδία, έχοντας στο επίκεντρο το πετρέλαιο, και δίπλα σ'αυτό τις υπόλοιπες συμβατικές μορφές ενέργειας. Σε σχέση με το πετρέλαιο γεννάται το ερώτημα είναι αν η παραγωγή του έχει ήδη αγγίξει το μέγιστο (peak-oil) ή αν αυτό θα εμφανιστεί αργότερα, ίσως μέσα στην επόμενη δεκαετία.

Εκείνο πάντως που είναι αδιαμφισβήτητο είναι πως η δυναμική είσοδος νέων ισχυρών παικτών στο ενεργειακό παιχνίδι, όπως η Κίνα, η Ινδία και οι υπόλοιπες χώρες της Ν.Α. Ασίας, έχει εκτινάξει τη ζήτηση της ενέργειας προς τα πάνω και έχει αλλάξει τα δεδομένα της ενεργειακής βιομηχανίας. Η τεράστια ζήτηση αυτών των χωρών για ενέργεια έχει οδηγήσει την παραγωγή των διυλιστηρίων σε πρωτοφανή ύψη και έχει επιβάλλει μία χωροταξική ανακατανομή των μονάδων παραγωγής και επεξεργασίας ενέργειας, οι οποίες πλέον στοχεύουν στις νέες αναδυόμενες αγορές.

Παρατηρώντας το σύνολο των συμβατικών μορφών ενέργειας, διαπιστώνουμε ότι κάτω από τα σημερινά δεδομένα, ο ανταγωνισμός μεταξύ τους παραμένει οξύς. Το φυσικό αέριο φαίνεται να αποκτά στο εγγύς μέλλον ένα συνεχώς

αυξανόμενο μερίδιο της κατανάλωσης, παρά τις διαρκώς αυξανόμενες τιμές του, οι οποίες ακολουθούν αυτές του πετρελαίου, και οι οποίες έχουν να ανταγωνιστούν τον συγκριτικά φθηνότερο άνθρακα. Αντιστάθμισμα στον ανταγωνισμό αυτόν αποτελεί η δυσμενέστερη αντιμετώπιση της βιομηχανίας του άνθρακα από τις ολοένα αυστηρότερες περιβαλλοντικές νομοθεσίες σε εθνικό, κοινοτικό και διεθνές επίπεδο, λόγω των μεγαλύτερων περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων που συνεπάγεται η χρήση άνθρακα.

Μέσα από αυτήν την διαμορφούμενη κατάσταση αναδύεται μια ανάγκη για διαρθρωτικές αλλαγές στον χώρο της ενέργειας η οποία υποθάλλει μια δυναμική επανείσοδο της πυρηνικής βιομηχανίας, σαν λύση φτηνή και “καθαρή” περιβαλλοντικά, αν και στην ιδέα αυτή φαίνεται να παραμένουν ισχυρές κοινωνικές αντιστάσεις. Οι αντιστάσεις αυτές συνδυαζόμενες με το υψηλό κόστος των επενδύσεων και τον σχετικά μεγάλο χρόνο που απαιτεί η ολοκλήρωση νέων πυρηνικών μονάδων, δεν επιτρέπουν γρήγορες αλλαγές στον χώρο της πυρηνικής ενέργειας.

Στο όλο ενεργειακό σκηνικό εμφανίστηκε πρόσφατα ένας σχετικά νέος και πολλά υποσχόμενος εταίρος, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ). Οι ΑΠΕ έχουν προχωρήσει αρκετά από πλευράς τεχνολογικής ωριμότητας (βιοαέριο, βιοαιθανόλη, βιοντήζελ κλπ), και επιπλέον ευνοούνται από το διαμορφούμενο παγκόσμια πολιτικό σκηνικό που επιβάλλει άμεση λήψη δραστικών μέτρων για τη μείωση των εκπομπών (θερμοκηπιακά αέρια) που επηρεάζουν δυσμενώς και αποσταθεροποιούν το κλίμα της γης. 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. Πέρα από αυτά, υπόσχονται τόνωση των τοπικών αγορών και περιφερειακή ανάπτυξη. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο το διαμορφούμενο ενεργειακό πολιτικό σκηνικό θέτει μέχρι σήμερα μικρά ποσοστά διείσδυσής των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο.

Μέσα από όλα αυτά τα ενεργειακά σενάρια, εκείνο που με περισσότερη ασφάλεια συμπεραίνεται είναι η διαρκής αύξηση της ζήτησης πρωτογενούς ενέργειας, και αυτό κύρια λόγω των αυξανόμενων αναγκών των αναπτυσσομένων χωρών. Προφανώς η συνεχώς βελτιούμενη ενεργειακή αποδοτικότητα της οικονομίας επιφέρει μια σταδιακή πτώση της ενεργειακής έντασης σε διεθνές επίπεδο, πράγμα το οποίο όμως από μόνο του δεν είναι ικανό να συγκρατήσει την αύξηση της ζήτησης. Έτσι εμφανίζεται σαν επιτακτική ανάγκη ο περιορισμός της σπατάλης και η ορθολογική χρήση της ενέργειας, καθώς και ο επαναπροσδιορισμός των προτεραιοτήτων στη χάραξη ενεργειακής πολιτικής, με στόχο την είσοδο όσο το δυνατόν ανώδυνα σ’αυτήν τη διαμορφούμενη νέα ενεργειακή εποχή, η οποία παρουσιάζει ένα νέο απελευθερωμένο περιβάλλον για τις ενεργειακές αγορές, χαρακτηριζόμενο από την δυναμική είσοδο των αγορών φυσικού αερίου και ηλεκτρισμού, σε αντιπαράθεση με τα μονοπώλια της πετρελαϊκής βιομηχανίας, καθώς και με την ολοένα αυξανόμενη συμμετοχή των Α.Π.Ε..

Στο περιβαλλοντικό επίπεδο έχει πλέον γίνει ξεκάθαρη η κυρίαρχη συμβολή των ορυκτών καυσίμων στην αλλαγή του κλίματος του πλανήτη, και η ανάγκη ενδυνάμωσης και ενίσχυσης του μέχρι σήμερα περιορισμένου

θεσμικού πλαισίου, σε εθνικό, κοινοτικό και διεθνές επίπεδο, με στόχο πάντα την αποτροπή των κλιματικών αλλαγών. Η περιβαλλοντική παράμετρος κατά γενική πλέον ομολογία αποτελεί τη μεγαλύτερη απειλή για την ανθρωπότητα και δεν μπορεί με κανένα τρόπο να αγνοηθεί, οδηγώντας στην θέσπιση νέων θεσμικών πλαισίων (π.χ. Πρωτόκολλο του Κυότο).

Η Ελλάδα φαίνεται να παρακολουθεί όλες αυτές τις εξελίξεις με αμηχανία και με έλλειψη επαρκών αντανakλαστικών για την έγκαιρη προσαρμογή στα νέα δεδομένα. Το ενεργειακό μοντέλο που στήριξε την οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη της χώρας, αποδεικνύεται σήμερα συγκεντρωτικό και άκαμπτο, όντας συγχρόνως αναποτελεσματικό, σπάταλο, καταστροφικό για το περιβάλλον και ανίκανο να ανταποκριθεί στις νέες απαιτήσεις των καιρών. Η ενεργειακή ένταση της χώρας δεν μπόρεσε να παρακολουθήσει τους πτωτικούς ρυθμούς άλλων, ακόμη και βιομηχανικά περισσότερο αναπτυγμένων κρατών και η ενεργειακή εξάρτηση από εισαγόμενα καύσιμα παρουσιάζεται διαρκώς αυξανόμενη, αφήνοντας συγχρόνως το τεράστιο δυναμικό των ΑΠΕ ουσιαστικά ανεκμετάλλευτο. Μέσα σ' αυτές τις σημερινές ενεργειακές και περιβαλλοντικές συγκυρίες γίνεται πλέον σαφές πως για την χώρα μας επιβάλλονται γενναίες αλλαγές.

Η ΔΙΕΘΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Σήμερα χωρίς καμία αμφιβολία η ανθρωπότητα βιώνει και πάλι μετά την δεκαετία το 1970 μία νέα ενεργειακή κρίση. Η κρίση αυτή παρουσιάζει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, διαφορετικά από αυτά των προηγούμενων και σε αντίθεση με αυτές χαρακτηρίζεται από μία ραγδαία αυξανόμενη ζήτηση ενέργειας και όχι από προβλήματα παραγωγής και περιορισμούς στις προμήθειες. Σήμερα ενώ παρατηρείται σχετική επάρκεια στην προσφορά η κρίση επιδεινώνεται από την περιορισμένη δυνατότητα των διυλιστηρίων να παράγουν προϊόντα με υψηλές περιβαλλοντικές προδιαγραφές, και σε ποσότητες ικανές να ικανοποιήσουν την ζήτηση κυρίως των ΗΠΑ, της Ευρώπης και της Ιαπωνίας, και συγχρόνως από την αλματώδη ανάπτυξη των μεγάλων Ασιατικών χωρών και κυρίως της Κίνας. Έτσι η παγκόσμια οικονομία τα τελευταία χρόνια παρουσιάζει συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες για ενέργεια και αυτό φαίνεται καθαρά μέσα από τους αυξητικούς ρυθμούς της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας. Για την περίοδο 1997-2004 οι μέσοι ετήσιοι ρυθμοί αύξησης ζήτησης ενέργειας προσέγγισαν το 2,05% παγκοσμίως και αντίστοιχα το 0,93% για την Ε.Ε. των 25, μια τιμή σχεδόν μισή από αυτήν του παγκόσμιου επιπέδου, η οποία όπως αναφέρθηκε επηρεάζεται από την ραγδαία αυξανόμενη ζήτηση των Ασιατικών χωρών.

Παρόλο που οι τιμές του πετρελαίου που διαμορφώθηκαν μετά το 2005, σε πραγματική αγοραστική αξία, ουσιαστικά υπολείπονται των τιμών που είχαν διαμορφωθεί κατά την κρίση του 1979-81, το πετρέλαιο εμφανίζεται συνεχώς ακριβότερο, επιφέροντας μία σημαντική αναστάτωση στη διεθνή οικονομία, η ανάπτυξη της οποίας φαίνεται να υποχωρεί σταθερά και σημαντικά μετά το έτος 2004.

Η ανάλυση της σημερινής παγκόσμιας ενεργειακής κατάστασης διαμορφώνει προβλέψεις για μία περαιτέρω αύξηση των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών κατά 60% μέχρι το έτος 2030. Σύμφωνα με τις προβλέψεις αυτές, και εφόσον οι κυβερνήσεις συνεχίσουν τις σημερινές ενεργειακές πολιτικές τους, τα ορυκτά καύσιμα θα συνεχίσουν να έχουν τον κυρίαρχο ρόλο στο

παγκόσμιο ενεργειακή κατανάλωση, καλύπτοντας το μεγαλύτερο μέρος της αύξησης αυτής, και η συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο συνολικό παγκόσμιο ενεργειακό ισοζύγιο θα παραμείνει περιορισμένη.

Σύμφωνα με εκτιμήσεις της Διεθνούς Υπηρεσίας Ενέργειας (IEA, International Energy Association), και πιο συγκεκριμένα στο σενάριο της αναμενόμενης ενεργειακής εξέλιξης (Business-As-Usual), για το διάστημα 2002 - 2030 η ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας θα αυξηθεί περίπου κατά 60%, με μια μέση εκτιμώμενη ετήσια αύξηση της τάξης του 1,7%. Η εκτιμώμενη αυτή ετήσια αύξηση της ζήτησης εμφανίζεται κατά τι μικρότερη από την αντίστοιχη των τριών περασμένων δεκαετιών που ήταν 2%. Η μικρότερη αυτή τιμή, παρά την συνεχιζόμενη παγκόσμια ανάπτυξη, και ιδιαίτερα αυτήν των Ασιατικών χωρών, προκύπτει κατά το μέγιστο μέρος της από την τεχνολογική εξέλιξη και την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης.

Σύμφωνα πάντα με το ίδιο σενάριο τα ορυκτά καύσιμα θα συνεχίσουν να δεσπόζουν στο παγκόσμιο ενεργειακό ισοζύγιο καλύπτοντας μέχρι και το 85% της αύξησης της παγκόσμιας ζήτησης. Το πετρέλαιο θα παραμείνει το ευρύτερα χρησιμοποιούμενο καύσιμο στο ενεργειακό μείγμα, ενώ η αύξηση ζήτησης φυσικού αερίου θα είναι ταχύτερη, κυρίως λόγω της χρήσης του σε μονάδες ηλεκτροπαραγωγής. Το μερίδιο του άνθρακα θα πέσει ελαφρά, αλλά ο αυτός θα παραμείνει το σημαντικότερο καύσιμο για τη βιομηχανία ηλεκτροπαραγωγής.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αναμένεται να τριπλασιάσουν το μερίδιό τους στην ηλεκτροπαραγωγή, ενώ το μερίδιο της πυρηνικής ενέργειας αντίθετα θα ελαττωθεί.

Όλα αυτά βέβαια οδηγούν αναπόφευκτα στην συνέχιση και ακόμα και στην αύξηση των εκπομπών θερμοκηπιακών αερίων και έρχονται σε αντίθεση με την εκφρασμένη από πολλές κυβερνήσεις θέση και δέσμευση για λήψη μέτρων που στοχεύουν στην αποτροπή των κλιματικών αλλαγών.

Τα παραπάνω αποτελούν βέβαια προβλέψεις ενός αναμενόμενου σεναρίου εξέλιξης (Business-As-Usual), και είναι σαφές ότι οι τάσεις αυτές μπορούν ανά πάσα στιγμή να ανατραπούν δραστικά είτε από απρόβλεπτες εξελίξεις, είτε μέσα από μεταβολές και προσαρμογές των πολιτικών βουλήσεων και δράσεων.

Σε θεωρητικό λοιπόν πάντα επίπεδο τα παγκόσμια ενεργειακά αποθέματα φαίνονται ικανά να καλύψουν την προβλεπόμενη αυτή ζήτηση μέχρι το 2030 και ίσως και περαιτέρω. Προκύπτουν όμως σοβαρές ανησυχίες για την παγκόσμια ενεργειακή ασφάλεια από τις προβλέψεις για τις αστάθμητα μεταβαλλόμενες τάσεις στον χώρο αυτό. Τα γνωστά αποθέματα αργού πετρελαίου παγκοσμίως θεωρητικά επαρκούν για τα επόμενα 40 χρόνια. Τα αντίστοιχα αποθέματα αερίου και άνθρακα επαρκούν για περαιτέρω 67 και 167 χρόνια, χωρίς και στις τρεις περιπτώσεις να λαμβάνεται υπόψη η προβλεπόμενη αυξανόμενη ζήτηση. Ο συνυπολογισμός της πρόβλεψης αυτής θα μείωνε το χρόνο εξάντλησης των γνωστών αποθεμάτων σε 26, 33 και 84 χρόνια αντίστοιχα, πράγμα το οποίο αποτελεί μια ιδιαίτερα απογοητευτική προοπτική. Μια τέτοια δραματική μείωση των αποθεμάτων, μοιραία θα οδηγήσει σε αύξηση των τιμών και ταυτόχρονα σε μια αντίστοιχη προσαρμογή των ρυθμών αύξησης της κατανάλωσης των ορυκτών καυσίμων.

Αυτές οι δύο παράμετροι σε συνδυασμό με την στενότητα των αποθεμάτων, τις συνεχώς διογκούμενες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, και τις ραγδαίες κλιματικές αλλαγές, αναμένεται εκ των πραγμάτων να οδηγήσουν σε μια αναγκαστική στροφή προς τις εναλλακτικές πηγές ενέργειας.

ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝ

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

Η αιολική ενέργεια χρησιμοποιήθηκε από πολύ παλιά σε διάφορες εφαρμογές, όπως π.χ. στην άντληση νερού από πηγάδια και την άλεση στους ανεμόμυλους. Σήμερα έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται σε μεγάλες εφαρμογές για ηλεκτροπαραγωγή μέσω συστημάτων ανεμογεννητριών. Αποτελεί μια πολύ “καθαρή” πηγή ενέργειας, πολύ υποσχόμενη στο μέλλον, με την προϋπόθεση συμπίεσης του κόστους εξοπλισμού και εγκατάστασης, θέματα με τα οποία ασχολείται εκτεταμένα η έρευνα σε διεθνές επίπεδο.



Η ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιήθηκε περισσότερο για θερμικές εφαρμογές, όπως π.χ. οι { [HYPERLINK](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%BB%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CF%83%CE%AF%CF%86%CF%89%CE%BD%CE%B1%CF%82) "http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%BB%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CF%83%CE%AF%CF%86%CF%89%CE%BD%CE%B1%CF%82" } \o "Ηλιακός θερμοσίφωνας". Πρόσφατα όμως έχει αρχίσει να κερδίζει έδαφος η χρήση της για την παραγωγή ηλεκτρισμού, μέσα από την χρήση μεγάλων φωτοβολταϊκών εφαρμογών. Και αυτή η περίπτωση αποτελεί μια "καθαρή" και πολύ υποσχόμενη πηγή ενέργειας, με την προϋπόθεση και πάλι της συμπίεσης του κόστους εξοπλισμού και εγκατάστασης.



Οι υδατοπτώσεις χρησιμοποιήθηκαν από παλιά σε διάφορες εφαρμογές, όπως νερόμυλοι, πριονιστήρια, κ.λ.π. Σήμερα συνιστούν μεγάλες εφαρμογές, τα γνωστά υδροηλεκτρικά έργα, που στο πεδίο των ήπιων μορφών ενέργειας εξειδικεύονται τόσο σε μικρές, όσο και σε μεγάλες υδροηλεκτρικές μονάδες. Οι εφαρμογές αυτές παγκοσμίως αποτελούν πιο διαδεδομένη μορφή ανανεώσιμης



την

ενέργειας.

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, από αστικά

απόβλητα και απορρίμματα, και από 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.

Κατά την καύση της βιομάζας συμβαίνει το αντίστροφο φαινόμενο της φωτοσύνθεσης. Στην περίπτωση αυτή οξυγόνο από την ατμόσφαιρα ενώνεται χημικά με τον άνθρακα της βιομάζας και κατά την διαδικασία αυτή, που αποτελεί μια τυπική καύση, παράγεται θερμότητα, διοξείδιο του άνθρακα και νερό.

Η όλη διαδικασία κατά συνέπεια είναι κυκλική και αυτό αποτελεί ουσιαστικά την έννοια της **“ανακυκλώσιμης - ανανεώσιμης ενέργειας”**, με κεντρικό σημείο **την κατ'αρχάς απόδοση στην ατμόσφαιρα του οξυγόνου που θα δεσμευτεί αργότερα με την καύση της βιομάζας και την κατ'αρχάς επίσης εξουδετέρωση του διοξειδίου του άνθρακα που θα παραχθεί στην ίδια διαδικασία καύσης.**

Στην κυκλική αυτή διαδικασία το παραγόμενο από την καύση της βιομάζας διοξείδιο του άνθρακα θα χρησιμοποιηθεί εκ νέου από τους φυτικούς οργανισμούς για την σύνθεση νέας βιομάζας κατά την διάρκεια της οποίας θα αποδοθεί και πάλι στην ατμόσφαιρα οξυγόνο, ανανεώνοντας το κύκλωμα.

Με αυτήν την φιλοσοφία η βιοενέργεια θεωρείται ότι προκύπτει από ένα κύκλωμα, το οποίο συγχρόνως και διατηρεί. Το κύκλωμα αυτό έχει ένα ουδέτερο ισοζύγιο άνθρακα, παρ'όλο που αυτό διαταράσσεται ελαφρά από τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα των αγροτικών μηχανημάτων και των μεταφορικών μέσων, στην περίπτωση καλλιέργειας φυτών για ενεργειακούς σκοπούς.

Η βιομάζα ανάλογα με την προέλευση της περιγράφεται στον παρακάτω πίνακα.

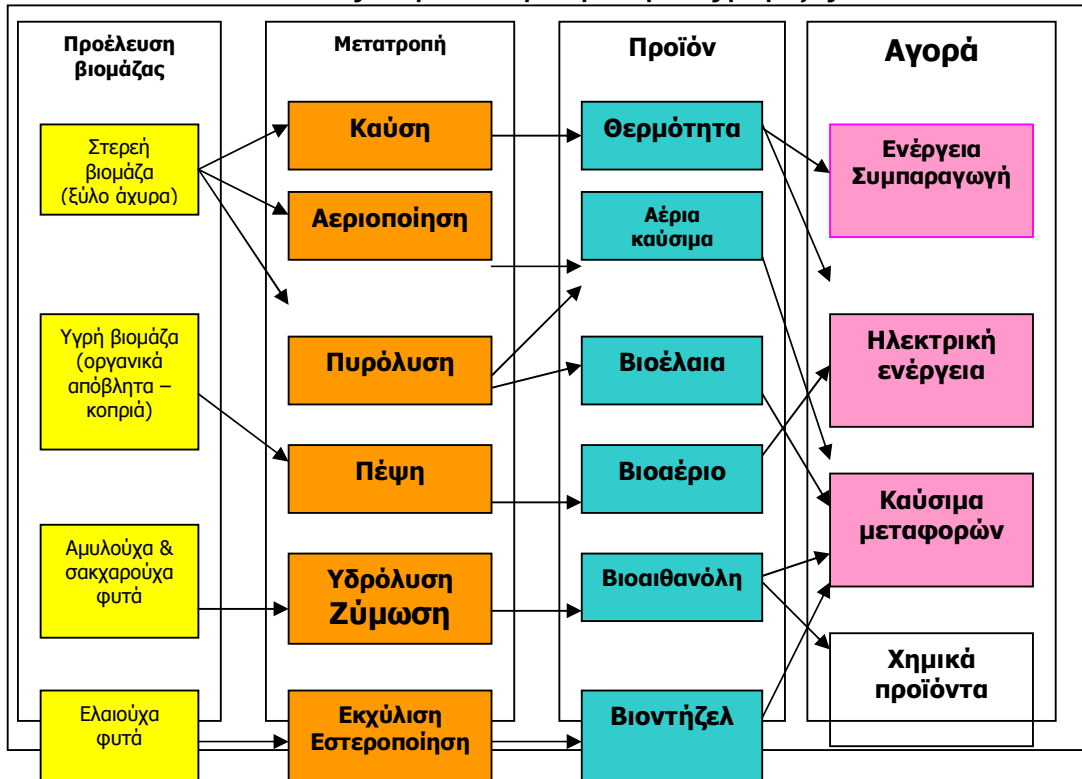
Πίνακας 1. Τύποι και προέλευση βιομάζας

Πηγή προέλευσης	Τύπος	Παραδείγματα
Δασοπονία	Κατευθυνόμενη δασοπονία	Φυτείες δασικών φυτών μικρού περιόδου χρόνου (π.χ. ιτιά, λεύκη, ευκάλυπτος)
	Υποπροϊόντα δασοπονίας	Κλαδιά, μη αξιοποιήσιμα ξυλοτεμάχια, θρύμματα δασικών κατάλοιπων
Γεωργία	Ενεργειακές καλλιέργειες πλούσιες σε λιγνοκυταρίνες	Χορτοδοτικά φυτά πλούσια σε ξυλώδη βλάστηση (π.χ. μίσχανθος, καλάμι, διάφορα αγρωστώδη)
	Ενεργειακές καλλιέργειες πλούσιες σε έλαια, σάκχαρα και άμυλο	Ελαιούχοι καρποί για παραγωγή μεθυλικών εστέρων - βιοντήζελ (π.χ. ελαιοκράμβη, ηλίανθος, βαμβάκι)
		Σακχαρούχα φυτά για την παραγωγή αιθανόλης (π.χ. σακχαροκάλαμο, σακχαρότευτλο, γλυκό σόργο)
		Άμυλούχα φυτά για την παραγωγή αιθανόλης (π.χ. αραβόσιτος, σιτηρά)
	Υποπροϊόντα καλλιεργειών	Άχυρο, υποπροϊόντα βαμβακιού, αραβόσιτου και άλλων καλλιεργειών, κλαδεύματα, κλπ.
Κτηνοτροφικά υποπροϊόντα	Υγρή και ξηρή κοπριά	
Βιομηχανία	Βιομηχανικά κατάλοιπα	Υπολείμματα ξυλοβιομηχανίας, ροκανίδια, πριονίδια.
		Υπολείμματα χαρτοβιομηχανίας, κονσερβοποιίας
Λοιπά κατάλοιπα και απόβλητα	Ξερά λιγνοκυταρινούχα κατάλοιπα	Υπολείμματα πάρκων και κήπων
		Ξυλεία κατεδαφίσεων
	Επιμολυσμένα απόβλητα	Οργανικό μέρος στερεών αστικών καταλοίπων
		Κομποστοποιημένα κατάλοιπα, αποικοδομημένα κατάλοιπα χωματερών, αέρια χωματερών
	Υγρά αστικά και βιομηχανικά απόβλητα	

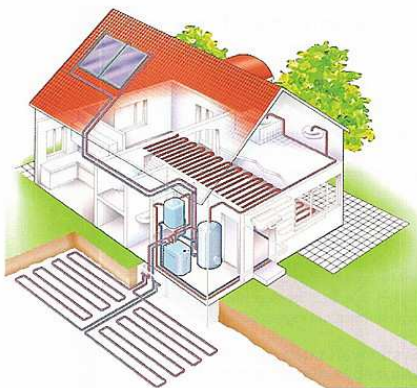
{ INCLUDEPICTURE \d "J:\Biomass characteristics.files\clear.gif" * MERGEFORMATINET }

Ανάλογα με την προέλευση της η βιομάζα υφίσταται διάφορες επεξεργασίες και μεταποιήσεις και κατευθύνεται σε ποικίλες χρήσεις, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 2. Προέλευση και μετατροπές βιομάζας



Η **Γεωθερμική ενέργεια** προέρχεται από τη θερμότητα που παράγεται απ' τη ραδιενεργό αποσύνθεση των πετρωμάτων της γης. Είναι εκμεταλλεύσιμη εκεί όπου η θερμότητα αυτή ανεβαίνει με φυσικό τρόπο στην επιφάνεια, π.χ. στους θερμοπίδακες ή στις πηγές ζεστού νερού.



Υπάρχουν δύο κύριες εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας. Η πρώτη βασίζεται στη χρήση της θερμότητας της γης για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος και άλλες χρήσεις, όπως θέρμανση κτηρίων, θερμοκηπίων, πισινών, χώρων εκτροφής ζώων, ιχθυοκαλλιεργειών, αποξήρανση γεωργικών προϊόντων, ξεπάγωνα δρόμων κ.λπ. Αυτή η θερμότητα μπορεί να προέρχεται από γεωθερμικούς διαύλους που φθάνουν με φυσικό τρόπο ως την επιφάνεια της γης ή με γεώτρηση στο φλοιό της γης σε περιοχές που η

Θερμότητα βρίσκεται αρκετά κοντά στην επιφάνεια. Τέτοιες πηγές θερμότητας βρίσκονται συνήθως σε βάθη από μερικές εκατοντάδες μέχρι 3000 μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης. Η δεύτερη εφαρμογή της γεωθερμικής ενέργειας εκμεταλλεύεται τις θερμές μάζες του εδάφους ή υπογείων υδάτων για να κινήσουν θερμικές αντλίες για εφαρμογές θέρμανσης – ψύξης.

Η **Ενέργεια από παλίρροιες** εκμεταλλεύεται τη βαρύτητα του Ήλιου και της Σελήνης, που προκαλεί ανύψωση της στάθμης του νερού των θαλασσών. Το νερό αποθηκεύεται καθώς ανεβαίνει και για να ξανακατέβει αναγκάζεται να περάσει μέσα από μια τουρμπίνα, παράγοντας ηλεκτρισμό. Αποτελεί έτσι ουσιαστικά επίσης μια **υδροηλεκτρική εφαρμογή**. Έχει εφαρμοστεί με επιτυχία σε πολλές χώρες, όπως στην Αγγλία, τη Γαλλία, τη Ρωσία και αλλού.



Για την αξιοποίηση της **ενέργειας από κύματα** γίνεται εκμετάλλευση της κινητικής ενέργειας των κυμάτων της θάλασσας, στην δε περίπτωση της **ενέργειας των ωκεανών** εκμεταλλεύεται η διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στα στρώματα του ωκεανού, κάνοντας χρήση θερμικών κύκλων. Η εφαρμογή αυτή βρίσκεται ακόμη σε ερευνητικό στάδιο.



Σε γενικές γραμμές πάντως, οι παγκόσμιες ενεργειακές ανάγκες εξακολουθούν να καλύπτονται στην συντριπτική τους πλειονότητα από τα ορυκτά καύσιμα. Τα παραδοσιακά καύσιμα, όπως το πετρέλαιο, ο άνθρακας

και το φυσικό αέριο, καλύπτουν περίπου το 82% των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών, ενώ το υπόλοιπο 18% μοιράζονται οι ανανεώσιμες πηγές, με κύριο μέτοχο την βιομάζα, η οποία κατέχει ποσοστό 13%, όπως αναλύεται στο παρακάτω σχήμα.

{ EMBED MSGraph.Chart.8 \s }

Η συμμετοχή της ενέργειας από βιομάζα (βιοενέργειας) στην παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση, διαφέρει σημαντικά μεταξύ των χωρών, και ιδιαίτερα μεταξύ βιομηχανικών και αναπτυσσόμενων χωρών. Τα ποσοστά συμμετοχής της παρουσιάζονται υψηλότερα στις αναπτυσσόμενες χώρες, πράγμα που προκαλείται από την χαμηλή βιομηχανική ανάπτυξη και την μεγαλύτερη εξάρτηση των νοικοκυριών από την καύση βιομάζας.

Σχήμα 2. Συμμετοχή % της βιοενέργειας στην παγκόσμια συνολική κατανάλωση ενέργειας

{ EMBED Excel.Chart.8 \s } Πηγή: Ayhan Demirbas, Energy Conversion and Management 2001

Όπως γίνεται αντιληπτό από τα παραπάνω στοιχεία, ήδη η βιομάζα συμμετέχει με ένα σημαντικό ποσοστό στην κάλυψη των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών. Το γεγονός αυτό αποκτά ιδιαίτερη σημασία αν ληφθεί υπ' όψιν ότι το Παγκόσμιο Ετήσιο Δυναμικό Βιομάζας, εκφραζόμενο σε βάρος, υπολογίζεται σε 146.000.000.000 τόνους (146 δις. τόνοι), το δε Ενεργειακό περιεχόμενο της βιομάζας αυτής σε MJ/kg, ανάλογα με την προέλευση της μεταφράζεται ως εξής:

- Υγρή φυτική βιομάζα περίπου 8 MJ/kg
- Ξηρή φυτική βιομάζα περίπου 20 MJ/kg

Σε αντιστοιχία το Ενεργειακό περιεχόμενο του άνθρακα είναι περίπου 27 MJ/kg και του αργού πετρελαίου περίπου 30 MJ/kg., τιμές που δεν απέχουν πολύ από αυτές που αντιστοιχούν στην ξερή φυτική βιομάζα.

Με βάση τα ανωτέρω το παγκόσμιο ετήσιο δυναμικό της βιομάζας μεταφράζεται σε:

- 80.000.000.000 (8×10^{10}) τόνους ισοδύναμου άνθρακα (τ.ι.α.),
- η 72.000.000.000 ($7,2 \times 10^{10}$) τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (τ.ι.π.), και λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι 1 τ.ι.π. ισούται με $4,19 \times 10^{10}$ Joule, το παγκόσμιο ετήσιο δυναμικό της βιομάζας μεταφράζεται σε 3.000.000.000.000.000.000.000 (3×10^{21}), ήτοι 3 εξάκις εκατομμύρια Joule.

Οι παραπάνω υπολογισμοί δίνουν άκρως ενδιαφέροντες και εντυπωσιακούς αριθμούς, οι οποίοι αποκτούν ιδιαίτερη σημασία αν ληφθεί υπ' όψιν ότι με βάση τα υφιστάμενα καταγεγραμμένα στοιχεία μόνο το 2 % της ενέργειας αυτής αξιοποιείται σήμερα.

Η παγκόσμια ετήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίζεται σήμερα σε $1,1 \times 10^{10}$ τ.ι.α. και $1,0 \times 10^{10}$ τ.ι.π. και εκφράζεται αντίστοιχα σε $0,4 \times 10^{20}$ Joule.

Όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως από την κατανάλωση αυτή:

- Στις αναπτυγμένες χώρες (50 % του παγκόσμιου πληθυσμού) καλύπτεται από βιομάζα μόνο το 3 % της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης.
- Στις αναπτυσσόμενες χώρες (υπόλοιπο 50 % του παγκόσμιου πληθυσμού) καλύπτεται από βιομάζα το 35 % της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης.
- Γενικά στο σύνολο της παγκόσμιας ενεργειακής κατανάλωσης καλύπτεται από βιομάζα περίπου το 15 %.

Εκφραζόμενο σε MWh το Παγκόσμιο Ετήσιο Δυναμικό Βιομάζας δίνει, στον πίνακα και το σχήμα που ακολουθούν, την παρακάτω εικόνα:

Πίνακας 3. Δυναμικό και αξιοποίηση βιομάζας παγκοσμίως

Παγκόσμιο Ετήσιο Δυναμικό Βιομάζας	830×10^9 MWh	100%
Αξιοποίησιμο Δυναμικό Βιομάζας	58×10^9 MWh	6,98% του συνόλου
Παγκόσμια Κατανάλωση Ενέργειας	112×10^9 MWh	100%
Ενέργεια από Βιομάζα Σήμερα	17×10^9 MWh	15,17% του συνόλου

Σχήμα 3. Δυναμικό και αξιοποίηση βιομάζας παγκοσμίως

{ EMBED MSGraph.Chart.8 \s }

Λαμβάνοντας υπ' όψιν όλα τα ανωτέρω 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.

Με αυτό το σκεπτικό η μετάβαση από τα ορυκτά καύσιμα στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θεωρείται αναπόφευκτη. Η πυρηνική, η ηλιακή ενέργεια και το υδρογόνο προφανώς θα μπορούσαν να αποτελέσουν σημαντικές πηγές ενέργειας μέσα στον 21ο αιώνα μόνο αν η τεχνολογία αναπτυχθεί ικανοποιητικά, ώστε να επιβεβαιωθεί η καταλληλότητα και η οικονομικότητα της χρήσης τους. Ακόμη και σ' αυτή την περίπτωση όμως, η συνεισφορά τους στην παγκόσμια πρωτογενή ενεργειακή ζήτηση δεν θα μπορέσει να ξεπεράσει το 7% το 2025 και πιθανόν να αυξηθεί μέχρι το 13% το 2050 (John D. Edwards, April 2001).

Η ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ – ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Σε ότι αφορά στον ευρωπαϊκό χώρο, η ολοένα και πιο ενεργοβόρος 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. Το φυσικό αέριο και μόνο που προέρχεται από τη Ρωσία αντιπροσωπεύει περίπου το 20% της ευρωπαϊκής ενεργειακής κατανάλωσης. Η συνολική κοινοτική προσφορά ενέργειας, σε όλες τις μορφές τους, καλύπτει μόλις το ήμισυ των κοινοτικών αναγκών.

Με τους καταγραφόμενους 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 οι εισαγωγές ενεργειακών πόρων θα είναι πολύ μεγαλύτερες και θα ανέλθουν μέχρι και στο 70% των συνολικών αναγκών. Το πετρέλαιο ενδέχεται να εισάγεται σε αναλογία 90%. Η Ευρωπαϊκή ενεργειακή εξάρτηση μεταφρασμένη σε οικονομικούς όρους, δίνει για το έτος 1999 εισαγωγές πρωτογενών ενεργειακών πόρων ύψους 240 δις €. Σε ότι αφορά τη γεωπολιτική διάσταση, αναφέρεται ότι το 45% των εισαγωγών πετρελαίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης προέρχεται από τη Μέση Ανατολή και το 40% του φυσικού αερίου από τη Ρωσία.

Η Ευρώπη κατείχε μόλις το 5% των παγκόσμιων πετρελαϊκών αποθεμάτων πριν αρχίσει τις εξορύξεις. Το ποσοστό αυτό αντιπροσωπεύει τον μικρότερο όγκο μεταξύ των υπολοίπων μέχρι σήμερα γνωστών πετρελαϊκών περιοχών της γης, έτσι σήμερα η Ευρώπη παράγει το 40% του πετρελαίου που καίει και εισάγει το υπόλοιπο 60% των αναγκών της από Ρωσία και Μέση Ανατολή, με μια ανάγκη αύξησης των εισαγωγών της κατά 2% ετησίως για την αντιμετώπιση αναγκών της στα σημερινά της επίπεδα (Dr. M. R Smith, Petr. Review, Aug. 2002).

Η αύξηση αυτή της ζήτησης πετρελαίου όπως έχει ήδη αναφερθεί δεν αποτελεί μόνο Ευρωπαϊκό φαινόμενο, αλλά μια παγκόσμια κατάσταση, με μεγαλύτερους πρωταγωνιστές τις Ηνωμένες Πολιτείες και τις Ασιατικές χώρες. Η αναμενόμενη αύξηση της ζήτησης είναι εντυπωσιακή και ταυτόχρονα ανησυχητική και δίνεται από τον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4. 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%

Πηγή: Derived from estimates in EU EIA's International Energy Outlook 2001

Με τις προοπτικές αυτές σαφώς η Ευρώπη θα αντιμετωπίσει τεράστια προβλήματα σε περίπτωση που περιοριστεί ο παγκόσμιος εφοδιασμός πετρελαίου κατά τη διάρκεια της επόμενης δεκαετίας, μόλις πλησιάσει το

παγκόσμιο peak παραγωγής πετρελαίου και οι νέες προμήθειες πετρελαίου δεν θα είναι ικανές να αντιμετωπίσουν την αύξηση της ζήτησης ούτε κατά 1% . Εκτός από το πολιτικό ρίσκο ένα παγκόσμιο peak στην παραγωγή θα έχει σοβαρές συνέπειες για την ενεργειακή ασφάλεια της Ευρώπης αρκετό καιρό πριν να συμβεί αυτό. Όχι μόνο ο εφοδιασμός θα περιοριστεί καθώς οι χώρες του OPEC θα εξαντλήσουν την επιπλέον παραγωγή αλλά μόλις ο κόσμος αντιληφθεί ότι έρχεται το παγκόσμιο peak θα υπάρξει πρόωρη αύξηση τιμών που θα επιδράσει δυσμενώς στην οικονομική ανάπτυξη.

Επίσης οι ελλείψεις θα οδηγήσουν σε ανταγωνισμό προμήθειας με τις Η.Π.Α. και την Ασία, πληθωρισμό, οικονομική ύφεση και διεθνή ένταση.

Η αύξηση χρήσης του ρωσικού αερίου για ηλεκτρική ενέργεια και θέρμανση μπορεί να αναπληρώσει κάποιο μέρος των ελλείψεων πετρελαίου αλλά πέρα από τα καθαρά και οικονομικά θέματα τις ευρωπαϊκές κυβερνήσεις ανησυχούν και οι περιβαλλοντικές απειλές και έτσι παράλληλα θα πρέπει να φροντίσουν εξίσου και για την εξοικονόμηση ενέργειας και τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, επισημαίνοντας τους κινδύνους και ψάχνοντας για εναλλακτικές λύσεις.

Στην Ευρώπη (των 15) το 2000 η συνολική ενεργειακή κατανάλωση έφτασε τις $13,90 \times 10^9$ MWh., με το 88% περίπου να καλύπτεται από ορυκτά καύσιμα, τα οποία όπως αναφέρθηκε η Ε.Ε. τα εισάγει σε ποσοστό 60%.

Πέρα από την οικονομική επιβάρυνση και την ενεργειακή ανασφάλεια που δημιουργεί η κατάσταση αυτή, την Ε.Ε., όπως ήδη αναφέρθηκε, την απασχολούν πολύ έντονα και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την συνεχή χρήση των ορυκτών καυσίμων, οι οποίες σχετίζονται άμεσα με τις παρατηρούμενες ραγδαίες κλιματικές αλλαγές.

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 συμβάλλουν στην μείωση των εκπομπών θερμοκηπίου και η Ε.Ε. μέσα από διεθνείς και Ευρωπαϊκές πρωτοβουλίες (π.χ. συνθήκη Κyoto), προγραμματίζει τις μελλοντικές της πρωτοβουλίες συνδυάζοντας πάντοτε πολλαπλούς στόχους όπως:

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

Σε σχέση με τις περιβαλλοντικές προεκτάσεις που μπορεί να έχει μια αλλαγή της ενεργειακής πολιτικής, βάζοντας σε ενεργητικότερο ρόλο τις εναλλακτικές μορφές ενέργειας, δίνεται μια χαρακτηριστική εικόνα από τον παρακάτω πίνακα στον οποίο δίνεται μια πρόβλεψη της μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε σχέση με την προγραμματιζόμενη αύξηση της

συμμετοχής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ευρωπαϊκή ενεργειακή κατανάλωση.

Πίνακας 5. 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 m ²	19
Γεωθερμία	2.5 GW	5
Φωτοβολταϊκές μονάδες	3 GWp	3

Πηγή: Λευκή Βίβλος 1997

Η κατάσταση που θα πρέπει να διαμορφωθεί για κάθε χώρα της Ε.Ε., σε ότι αφορά τις εκπομπές θερμοκηπίου και σύμφωνα με τις υποχρεώσεις που προκύπτουν από το πρωτόκολλο του Κυото φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 6. Πορεία μείωσης των εκπομπών θερμοκηπίου κατά χώρα – μέλος σύμφωνα με το πρωτόκολλο του Κυото

Δείκτης :επιτρεπτά όρια έτους βάσεως =100%

	1991	1995	2000	2001	Στόχος
Ε.Ε.	100,2	97,2	97,0	98,0	92,0
Χώρα					
Αυστρία	105,3	103,5	105,0	110,0	87,0
Βέλγιο	104,2	107,5	106,2	106,0	92,5
Βουλγαρία	83,1	69,9	51,7	53,0	92,0
Γαλλία	104,1	99,5	99,5	100,0	100,0
Δανία	115,4	111,7	98,5	100,0	79,0
Γερμανία	95,6	87,4	81,0	82,0	79,0
Εσθονία	93,3	51,2	45,4	45,0	92,0
Ελλάδα	100,0	105,4	123,8	126,0	125,0
Ην. Βασίλειο	100,1	92,4	87,2	88,0	87,5
Ισπανία	102,3	111,0	134,6	133,0	115,0
Ιρλανδία	101,9	107,8	127,6	131,0	113,0
Ισλανδία	96,7	104,7	115,0	115,0	110,0
Ιταλία	100,3	102,3	106,9	107,0	93,5
Κύπρος	102,1	120,2	149,9	150,0	--
Λετονία	80,2	43,3	36,0	36,0	92,0
Λιθουανία	89,3	46,4	46,3	46,0	92,0
Λουξεμβούργο	96,1	71,6	55,1	56,0	72,0
Ουγγαρία	101,5	89,9	97,4	97,0	94,0
Μάλτα	107,9	122,3	128,5	129,0	--
Νορβηγία	95,7	99,4	107,2	108,0	101,0
Ολλανδία	103,7	106,3	103,2	105,0	94,0
Πολωνία	77,5	73,9	68,4	68,0	94,0
Πορτογαλία	102,9	113,9	133,9	136,0	127,0
Ρουμανία	78,5	92,9	68,2	65,0	92,0
Σλοβενία	96,4	103,4	107,7	108,0	92,0
Σλοβακία	88,1	74,7	70,6	69,9	92,0
Σουηδία	100,2	103,2	94,8	97,0	104,0
Τσεχία	91,3	77,2	76,9	77,0	92,0
Φινλανδία	97,5	99,2	97,6	105,0	100,0

Πηγή: UNFCCC, European Environment Agency / European Topic Centre on Air and Climate Change

Όπως γίνεται λοιπόν αντιληπτό, για την Ε.Ε. πέρα από τα θέματα της Ενεργειακής απεξάρτησης και της Ενεργειακής ασφάλειας, μπαίνει σε πρώτο πλάνο και το θέμα της Προστασίας του περιβάλλοντος, μέσα από σαφείς και συγκεκριμένες δεσμεύσεις που αφορούν την μείωση των εκπομπών θερμοκηπίου. Έτσι λοιπόν όλο και επιτακτικότερα προβάλλει το θέμα και ο μελλοντικός ρόλος των εναλλακτικών και ανανεώσιμων μορφών ενέργειας, της βιομάζας και των ενεργειακών καλλιεργειών.

Κατά το έτος 2000, όπως και στο παρακάτω σχήμα φαίνεται, στην κατανομή της πρωτογενούς ενέργειας της Ε.Ε. τα ορυκτά καύσιμα συμμετείχαν με 671.049 χιλιότονους ισόποσου πετρελαίου, ήτοι ποσοστό 88%, έναντι 87.645 χιλιότονων ισόποσου πετρελαίου, ή αντίστοιχα ποσοστό 12% των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

**Σχήμα 4. Κατανομή πρωτογενούς ενέργειας στην Ε.Ε.15
(εκτός πυρηνικής ενέργειας - έτος αναφοράς 2000)**

{ EMBED MSGraph.Chart.8 \s }

Κατά την δεκαετία του 1980 υπήρχαν ελάχιστα στατιστικά στοιχεία γύρω από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, τόσο σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης, όσο και σε επίπεδο χωρών – μελών. Την εποχή εκείνη συλλέγονταν μόνο στοιχεία ηλεκτρικής παραγωγής μόνο από μεγάλα υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο στις 9 Ιουνίου του 1988, (οδηγία 88/349/EEC) ζητά από τις χώρες – μέλη να οργανώσουν σε συνεργασία με την EUROSTAT ένα σύστημα συλλογής στοιχείων για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Έτσι το έτος 1990 προέκυψαν τα πρώτα στατιστικά στοιχεία γύρω από το αντικείμενο αυτό, με έτος αναφοράς το 1989, και οργανώθηκε σε Εθνικό επίπεδο κάθε χώρας ένα δίκτυο εξειδικευμένων κέντρων συλλογής και επεξεργασίας στοιχείων, στα οποία συμμετείχαν ειδικές υπηρεσίες υπουργείων, εταιρείες ενέργειας και στατιστικά γραφεία.

Κατά την περίοδο 1991-1999 πραγματοποιήθηκαν σε συνεργασία με τις χώρες – μέλη διάφορες αναθεωρήσεις, επεξεργασίες και τροποποιήσεις του συστήματος συλλογής των στατιστικών αυτών στοιχείων. Έτσι η συλλογή συνεχίστηκε σε ετήσια βάση, χρηματοδοτούμενη κατά ένα μέρος από την Ε.Ε. μέσα από τα προγράμματα DG Energy και Altener και από την στατιστική υπηρεσία της Ε.Ε. Eurostat, και οι χώρες – μέλη παρουσίαζαν τα στατιστικά τους στοιχεία μέσα από διάφορες δημοσιεύσεις και εκδόσεις σε Εθνικό και Ευρωπαϊκό επίπεδο.

Το έτος 2000 οι χώρες – μέλη συμφώνησαν να αναλάβουν εξ'ολοκλήρου από εθνικούς πόρους το κόστος της συλλογής και επεξεργασίας των στοιχείων αυτών και για τον σκοπό αυτό η Eurostat επεξεργάστηκε και κυκλοφόρησε έναν νέο τύπο ερωτηματολογίου, το οποίο σε συνδυασμό με τα υφιστάμενα προηγούμενα, θα οδηγούσε σε πιο ολοκληρωμένη και εμπειριστατωμένη συλλογή των απαραίτητων στοιχείων.

Μέσα από αυτές τις ενέργειες προέκυψαν χρήσιμα στοιχεία για τον προσδιορισμό των ποσοτικών στόχων της Ε.Ε. σε σχέση με την συμμετοχή των Α.Π.Ε. στους ενεργειακούς σχεδιασμούς, και επίσης δημιουργήθηκαν

οργανωμένες υποδομές για την περαιτέρω συλλογή, επεξεργασία και αξιοποίηση παρόμοιων στοιχείων.

Η πορεία της πρωτογενούς αυτής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές εμφανίζεται ανοδική στην Ε.Ε. για την περίοδο 1989-2000 και σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα και τα σχήματα που ακολουθούν κατανέμεται ως εξής:

Πίνακας 7. 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

Σχήμα 5. Κατανομή πρωτογενούς ενέργειας στην Ε.Ε.15 (περίοδος αναφοράς 1989 - 2000)

{ EMBED MSGraph.Chart.8 \s }

Σχήμα 6. Κατανομή πρωτογενούς ενέργειας από Α.Π.Ε. στην Ε.Ε.15 (έτος αναφοράς 2000)

{ EMBED MSGraph.Chart.8 \s }

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούσαν το 5.0 % της συνολικής εσωτερικής κατανάλωσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε. των 15) το 1989. Το ποσοστό αυτό αυξήθηκε στο 6.0 % το 2000. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση η υδροηλεκτρική ενέργεια και η βιομάζα αποτελούν τις κύριες ανανεώσιμες πηγές και ακολουθούν η γεωθερμική, η ηλιακή και η αιολική ενέργεια με μικρότερη συνεισφορά. Η χρήση της βιομάζας εμφανίζεται κύρια με τη μορφή κατανάλωσης καυσίμων ξύλων στα νοικοκυριά, παρόλο που υποπροϊόντα ξύλου χρησιμοποιούνται και στη βιομηχανία. Η καύση δημοτικών στερεών αποβλήτων συνεισφέρει επίσης σημαντικά.

Πίνακας 8. 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.
- Πηγή: Eurostat

Πιο συγκεκριμένα και κατά κατηγορία ανανεώσιμης πηγής, η κατάσταση στην Ε.Ε. εμφανίζεται ως εξής:

Ηλεκτρική ενέργεια από Α.Π.Ε.: Το έτος 2000, η ηλεκτρική παραγωγή από ΑΠΕ στην Ε.Ε. ήταν 388 TWh (τεραβατώρες), αντιπροσωπεύοντας το 14.7% της μεικτής ηλεκτρικής κατανάλωσης και προέρχονται κατά κύριο λόγο από υδροηλεκτρικές μονάδες (321 τεραβατώρες το 2000). Το σύνολο της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα και διάφορα απόβλητα για την ίδια περίοδο ανέρχεται σε 39.2 τεραβατώρες, ενώ από δημοτικά στερεά απόβλητα αντίστοιχα σε 13.0 τεραβατώρες, προσεγγίζοντας οι δύο αυτές πηγές το 33,2% της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα. Το ξύλο, τα υποπροϊόντα ξύλου και τα αγροτικά στερεά υπολείμματα που καίγονται σε ηλεκτροπαραγωγικούς σταθμούς, παράγουν 20 τεραβατώρες και αντιστοιχούν στο 51.1% της ίδιας κατηγορίας ενέργειας, με το υπόλοιπο 15,7% να έχει παραχθεί από βιοαέριο. Το 1989 παρήχθησαν 528 GWh (γιγαβατώρες) από ανεμογεννήτριες των οποίων η συνολική εγκατεστημένη ισχύς ήταν 354 MW (μεγαβάτ). Αντίστοιχα το έτος 2000 παρήχθησαν 22.434 γιγαβατώρες από εγκατεστημένη ισχύ των 12.792 μεγαβάτ.

Πίνακας 9. Ηλεκτρική παραγωγή από ΑΠΕ στην Ε.Ε. των 15

Έτος	Ηλεκτρική παραγωγή από ΑΠΕ (TWh τεραβατώρες)	Μεικτή ηλεκτρική κατανάλωση ΑΠΕ (TWh τεραβατώρες)	Συνεισφορά ΑΠΕ στη μεικτή ηλεκτρική κατανάλωση
1989	271	2 044	13.3%
1990	279	2 086	13.4%
1991	289	2 238	12.9%
1992	309	2 251	13.7%
1993	315	2 254	14.0%

1994	325	2 287	14.2%
1995	321	2 345	13.7%
1996	324	2 410	13.5%
1997	335	2 434	13.8%
1998	353	2 506	14.1%
1999	360	2 555	14.1%
2000	388	2 641	14.7%

Πηγή: EUROSTAT

Σχήμα 7. Κατανομή Ηλεκτρικής παραγωγής από ΑΠΕ στην Ε.Ε. των 15

{ EMBED MSGraph.Chart.8 \s }

{ EMBED MSGraph.Chart.8 \s }

Αιολική ηλεκτρική ενέργεια: Το 2000, η εγκατεστημένη ισχύς των ανεμογεννητριών στην Ε.Ε. των 15 ήταν 12.792 MW, (μεγαβάτ), από τις οποίες παρήχθησαν 22.434 GWh (γίγαβατώρες) ηλεκτρικής ενέργειας, που αντιστοιχούν σε 1931 χιλιότονους ισοδύναμου πετρελαίου (ktoe). Από το 1989 και εντεύθεν, η εγκατεστημένη ισχύς έχει αυξηθεί κατά 36% ενώ η ηλεκτρική παραγωγή αυξήθηκε αντίστοιχα κατά περίπου 42%. Αντίστοιχα για την περίοδο 1995-2000 ο ετήσιος μέσος όρος αύξησης της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανεμογεννήτριες έφτασε το 41%.

Υδροηλεκτρική ενέργεια: Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι η δεύτερη μεγαλύτερη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας στην Ε.Ε. των 15, αναφορικά με την πρωτογενή παραγωγή ενέργειας, συνεισφέροντας το 2000 το 31.6% της συνολικής πρωτογενούς παραγωγής ενέργειας (27.663 χιλιότονοι ισοδύναμου πετρελαίου). Μέχρι το τέλος του 2000, η εγκατεστημένη ισχύς υδροηλεκτρικών μονάδων ανερχόταν σε 94.620 μεγαβάτ, παρουσιάζοντας μια αύξηση της τάξης του 11% κατά την περίοδο 1989-2000. Πρέπει όμως να υπογραμμιστεί ότι το συνολικό δυναμικό της Ε.Ε. για μεγάλες υδροηλεκτρικές μονάδες έχει ήδη σχεδόν αξιοποιηθεί, αφήνοντας ελάχιστα περιθώρια για νέες μονάδες.

Πίνακας 10. Υδροηλεκτρική ενέργεια στην Ε.Ε. των 15

Έτος	Εγκατεστημένη ισχύς (MW -μεγαβάτ)	Πρωτογενής παραγωγή ενέργειας Ktoe χιλιότονοι ισοδύναμου πετρελαίου	Ηλεκτρική παραγωγή TWh τεραβατώρες	Συνεισφορά υδροηλεκτρικών στη συνολική ηλεκτρική παραγωγή από ΑΠΕ
1989	85.055	21.619	251	93%
1990	85.659	22.275	259	93%
1991	86.320	23.085	268	93%
1992	86.739	24.587	286	93%
1993	87.430	24.883	289	92%
1994	91.019	25.536	297	91%
1995	91.380	24.948	290	90%

1996	91.756	24.816	288	89%
1997	92.972	25.454	296	88%
1998	93.614	26.265	305	86%
1999	93.440	26.319	306	85%
2000	94.620	27.663	321	83%

Πηγή: Eurostat

Ηλιακή ηλεκτρική ενέργεια: Κατά το έτος 2000 η ολική εγκατεστημένη επιφάνεια ηλιακών συλλεκτών στην Ε.Ε.-15 ήταν 10,4 εκατομμύρια τετρ. Μέτρα. Από αυτήν την επιφάνεια προέκυπτε πρωτογενής παραγωγή ενέργειας αντίστοιχη με 356 χιλιάτονους ισοδύναμου πετρελαίου, αντίστοιχη με το 0,4% της ολικής πρωτογενούς παραγωγής της Ε.Ε.-15 από Α.Π.Ε.

Το 29% της ολικής αυτής εγκατεστημένης επιφάνειας συσσωρευτών βρίσκεται στην Γερμανία, και ένα άλλο 29% στην Ελλάδα, ενώ 18% κατέχει η Αυστρία. Οι χώρες αυτές κατέχουν το 26%, 28% και 13% αντίστοιχα, της ολικής παραγωγής ηλιακής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ε.Ε.-15.

Μεταξύ των ετών 1989 και 2000 η δυναμικότητα των εγκατεστημένων φωτοβολταϊκών πάνελ στην Ε.Ε.-15 αυξήθηκε από 4,4 MWp (megawatt-peak-υψίστη ισχύς σε μεγαβάτ), σε 88 MWp, δηλαδή κατά 20 φορές περίπου. Η αλματώδης αυτή αύξηση προήλθε κύρια από την συμπίεση του κόστους εξοπλισμού και από τις πολιτικές προώθησης κάποιων χωρών της Ε.Ε.

Ηλεκτρική ενέργεια από γεωθερμία: Η πρωτογενής παραγωγή γεωθερμικής ηλεκτρικής ενέργειας το έτος 2000 ήταν 3.335 χιλιάτονοι ισοδύναμου πετρελαίου, το οποίο αντιπροσώπευε το 3.8% της συνολικής πρωτογενούς ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ στην Ε.Ε. των 15. Στον χώρο αυτό το κράτος – μέλος με την μεγαλύτερη παραγωγή είναι η Ιταλία με 3.103 χιλιάτονους ισοδύναμου πετρελαίου, που αντιστοιχεί στο 93% της συνολικής παραγωγής της Ε.Ε. .

Στην Ε.Ε. - 15 , η ηλεκτρική παραγωγή και η εγκατεστημένη ισχύς των γεωθερμικών μονάδων, ήταν το 2000 4.785 GWh (γιγαβατώρες) και 644 MWe (μεγαβάτ ηλεκτρισμού), πράγμα που σημαίνει μια αύξηση 51.4% στην παραγωγή και 21.6% στην ισχύ από το 1989. Η ηλεκτρική παραγωγή είναι σχεδόν αποκλειστικά περιορισμένη στην Ιταλία (4.705 γιγαβατώρες) λόγω υψηλής καταλληλότητας και πυκνότητας των γεωθερμικών πηγών, με μια μικρότερου μεγέθους συμμετοχή από την Πορτογαλία (80 γιγαβατώρες).

Σε αντίθεση με τη χρήση γεωθερμικής θερμότητας για ηλεκτρική παραγωγή, η χρήση της είναι ευρύτερα διαδεδομένη, μέσα στην Ε.Ε., στην κεντρική θέρμανση περιοχών και στη θέρμανση γεωργικών εφαρμογών (π.χ. θερμοκήπια).

Βιομάζα - υπολείμματα και απόβλητα: Η βιομάζα, τα υπολείμματα γεωργίας, δασοπονίας, βιομηχανίας ξύλου και γεωργικών βιομηχανιών, καθώς και τα διάφορα απόβλητα είναι οι σημαντικότερες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην Ε.Ε. των 15. Συμμετείχαν το έτος 2000 στην παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας με 53.690 χιλιάτονους ισοδύναμου πετρελαίου, αντιπροσωπεύοντας το 61.3% (62% περιλαμβανομένων και των βιοκαυσίμων) της συνολικής παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ. Τα παραπάνω υλικά χρησιμοποιούνται κυρίως για παραγωγή θερμότητας και την συμπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία έφτασε το έτος 2000 τις 39.2 τεραβατώρες, και η κατανομή της δίνεται από το παρακάτω σχήμα.

Σχήμα 9. Κατανομή της βιομάζας στην Ε.Ε. – 15 το έτος 2000
 { EMBED MSGraph.Chart.8 \s }

Βλέποντας στο σύνολο τους τις χρήσεις της βιομάζας και την συμμετοχή τους στην ενεργειακή κατανάλωση της Ε.Ε. παρατηρούμε μια συνεχή αύξηση της συμμετοχής αυτής, για την οποία σημειωτέον, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα, η Λευκή Βίβλος προβλέπει διπλασιασμό μεταξύ των ετών 2003-2010.

Πίνακας 11. 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

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι πέρα από αυτά τα ποσοστά βιομάζας, όπως παραπάνω περιγράφεται η προέλευση και η χρήση τους, μέσα στο συνολικό ενεργειακό ισοζύγιο της Ε.Ε. συμμετέχει ένα υψηλό ποσοστό βιομάζας που προέρχεται από συστηματική καλλιέργεια πολυετών και ετήσιων φυτών, οι καλούμενες ενεργειακές καλλιέργειες, των οποίων η παραγωγή κατευθύνεται τόσο στην παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού, όσο και στην παραγωγή καυσίμων κίνησης, όπως η βιοαιθανόλη και το βιοντήζελ.

Βιοκαύσιμα

Βιοαιθανόλη: Για την παραγωγή της βιοαιθανόλης απαιτούνται άμυλα και σάκχαρα τα οποία θα ζυμωθούν σε αλκοόλη. Πολλοί φυτικοί ιστοί (καρποί, κορμοί, φύλα) περιέχουν σημαντικά ποσά σακχάρων και έτσι κάθε φυτό θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στην βιομηχανία παραγωγής αιθανόλης. Στην πράξη όμως η επιλογή των φυτών για παραγωγή αιθανόλης εξαρτάται από την προσαρμοστικότητα τους σε διάφορα περιβάλλοντα και εδάφη καθώς και από την περιεκτικότητα σε σάκχαρα και την ευκολία λήψης τους. Όλα τα παραπάνω οδηγούν σε μια μεγάλη ποικιλία πρώτων υλών και τρόπων επεξεργασίας.

Σε παγκόσμιο επίπεδο η περισσότερη βιοαιθανόλη παράγεται από σακχαροκάλαμο (Βραζιλία), και καλαμπόκι και μελάσα (ΗΠΑ). Πολλοί όμως άλλοι αμυλούχοι ή σακχαρούχοι ιστοί (σιτάρι, κριθάρι, σακχαρότευτλο) χρησιμοποιούνται επίσης. Στην περίπτωση των αμυλούχων ιστών πρέπει να προηγηθεί η μετατροπή του αμύλου σε σάκχαρα και να ακολουθήσει η αλκοολική ζύμωση. Έτσι στην περίπτωση των αμυλούχων καρπών

απαιτούνται περίπου 3 τόνοι καρπού για την παραγωγή 1 τόνου αιθανόλης. Στην Ε.Ε. οι κύριες πρώτες ύλες για την παραγωγή βιοαιθανόλης είναι οι αμυλούχοι καρποί, κύρια το σιτάρι, και τα σακχαρότευτλα τα οποία καλλιεργούνται στις περισσότερες από τις 25 χώρες της Ε.Ε. και ανά μονάδα έκτασης γης αποδίδουν περισσότερη βιοαιθανόλη σε σχέση με τα σιτηρά. Η παραγωγή βιοαιθανόλης στην Ε.Ε. ανέρχεται σε 309.500 τόνους για το έτος 2003. Η Ισπανία με 180.000 τόνους είναι η πρώτη παραγωγός χώρα. Η παραγωγή αυτή επιτεύχθηκε στην Ισπανία με την κατάργηση της φορολόγησης της αιθανόλης. Δεύτερη κατά σειρά χώρα είναι η Γαλλία και τρίτη η Σουηδία

Πίνακας 12. Δυναμικό παραγωγής βιοαιθανόλης από μαλακό σιτάρι και σακχαρότευτλα στην Ε.Ε. των 25

Χώρα – μέλος Ε.Ε.	Μαλακό σιτάρι		Σακχαρότευτλα	
	Λίτρα ανά εκτάριο (10 στρ.)	Τόνοι ισόποσου πετρελαίου ανά εκτάριο (10 στρ.)	Λίτρα ανά εκτάριο (10 στρ.)	Τόνοι ισόποσου πετρελαίου ανά εκτάριο (10 στρ.)
Αυστρία	1,792	0.92	6,677	3.42
Βέλγιο	2,847	1.46	6,970	3.57
Γερμανία	2,620	1.34	6,384	3.27
Δανία	2,561	1.31	6,399	3.28
Ελλάδα	916	0.47	4,926	2.52
Ισπανία	1,052	0.54	6,181	3.16
Φινλανδία	1,057	0.54	3,440	1.76
Γαλλία	2,554	1.31	7,980	4.09
Ιρλανδία	2,996	1.53	4,710	2.41
Ιταλία	1,637	0.84	4,346	2.23
Ολλανδία	2,839	1.45	6,472	3.31
Πορτογαλία	499	0.26	5,234	2.68
Σουηδία	2,069	1.06	5,266	2.70
Ην. Βασίλειο	2,686	1.38	6,355	3.25
Τσεχία	1,568	0.80	4,982	2.55
Εσθονία	659	0.34	-	-
Ουγγαρία	1,365	0.70	n.a.	n.a.
Λιθουανία	1,050	0.54	2,964	1.52
Λετονία	908	0.46	3,036	1.55
Πολωνία	1,215	0.62	3,555	1.82
Σλοβενία	1,330	0.68	4,040	2.07
Σλοβακία	1,360	0.70	3,486	1.78

Πηγή: BTG, 2004.

Σχήμα 10. Εξέλιξη παραγωγής βιοαιθανόλης στην Ε.Ε. των 15 (1993-2003)
{ EMBED Excel.Chart.8 \s }

Πίνακας 13. Παραγωγή βιοαιθανόλης στην Ε.Ε. των 15

Χώρα	2002		2003	
	Βιοαιθανόλη	ΕΤΒΕ*	Βιοαιθανόλη	ΕΤΒΕ*
Ισπανία	176,700	376,000	180,000	383,400
Γαλλία	90,500	192,500	77,200	164,250
Σουηδία	50,000	0	52,300	0
Σύνολο Ε.Ε. των 15	317,200	568,500	309,500	547,650

* ΕΤΒΕ: Ethyl Tertiary Butyl Ether (βιοκαύσιμο, μίγμα 47% αιθανόλη – 53% ισοβουτυλένιο)
Πηγή: Euroserver, 2004

Βιοντήζελ : Η έννοια του βιοντήζελ περιλαμβάνει μια ομάδα εστεροποιημένων φυτικών ελαίων, λιπαρών οξέων και μεθυλικών εστέρων που παράγονται από διάφορους φυτικούς ιστούς που περιέχουν έλαια. Η σύγχρονη παραγωγή βιοντήζελ άρχισε στην Αυστρία γύρω στο 1982 και στοχεύει στα εξής :

- Να εξασφαλίσει μια ασφαλή πηγή υγρών καυσίμων
- Να δημιουργήσει ένα καύσιμο μηχανών εσωτερικής καύσης φιλικό προς το περιβάλλον
- Να μειώσει τους κινδύνους βλαβών της υγείας των ανθρώπων
- Να προμηθεύσει στους καταναλωτές ένα καύσιμο με μια ισορροπημένη σχέση κόστους και οφέλους

Το βιοντήζελ παράγεται από φυτικά έλαια, που προέρχονται από ελαιούχους καρπούς ετήσιων καλλιεργειών (π.χ. ελαιοκράμβη, ηλίανθος, αραχίδα, σόγια), η και πολυετών φυτών (π.χ. φοίνικες, καρυδιές, ινδοκάρυδα). Σε Ευρωπαϊκό επίπεδο η περισσότερο χρησιμοποιούμενη καλλιέργεια για την παραγωγή βιοντήζελ είναι η ελαιοκράμβη (*Brasica oleracea*) για τις βόρειες περιοχές και ο ηλίανθος (*Helianthus annuus*) για τις νότιες, και αυτό λόγω της προσαρμογής και των αποδόσεων τους.

Πίνακας 14. Μέσες αποδόσεις ελαιούχων καρπών στην Ε.Ε. των 25

Είδος καλλιέργειας	Καλλιεργούμενη έκταση	Απόδοση	Συνολική παραγωγή
	στρέμματα	kg/στρέμμα	τόνοι
Ελαιοκράμβη	41.140.000	280	11.386.000
Ηλίανθος	21.800.000	170	3.688.000

Πηγή: EUROSTAT (Μ.Ο. ετών 2000-2003)

Σε ότι αφορά το δυναμικό παραγωγής της Ε.Ε. σε βιοντήζελ, αυτό εμφανίζεται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 15. Δυναμικό παραγωγής βιοντήζελ από ελαιοκράμβη και ηλίανθο (Ε.Ε. 25)

Χώρα - μέλος	Ελαιοκράμβη		Ηλίανθος	
	Λίτρα ανά εκτάριο	Τόνοι ισοόπου πετρελαίου ανά εκτάριο	Λίτρα ανά εκτάριο	Τόνοι ισοόπου πετρελαίου ανά εκτάριο
Αυστρία	1055	0.84	113	0.09
Βέλγιο	1360	1.08	-	-
Γερμανία	1327	1.05	1116	0.88
Δανία	1193	0.94	-	-
Ελλάδα	-	-	500	0.40
Ισπανία	608	0.48	429	0.34
Φινλανδία	540	0.43	-	-
Γαλλία	1343	1.06	1041	0.82
Ιρλανδία	1287	1.02	-	-
Ιταλία	1023	0.81	1156	0.92
Ολλανδία	1298	1.03	-	-
Πορτογαλία	-	-	340	0.27
Σουηδία	846	0.67	-	-
Ηνωμένο Βασίλειο	1188	0.94	-	-
Τσεχία	1105	0.88	961	0.76
Εσθονία	536	0.42	-	-
Ουγγαρία	--	--	770	0.61
Λιθουανία	662	0.52	-	-
Λετονία	627	0.50	-	-
Πολωνία	923	0.73	-	-
Σλοβακία	607	0.48	777	0.62

Πηγή: BTG, 2004.

Πέρα από το δυναμικό παραγωγής βιοντήζελ που εμφανίζει ο προηγούμενος πίνακας, η πραγματική παραγωγή στη Ε.Ε. για την χρονική περίοδο 2002 – 2003 είναι η παρακάτω:

Πίνακας 16. Παραγωγή βιοντήζελ στην Ευρωπαϊκή Ένωση (τόνοι)

Χώρα - μέλος	2002	2003
Γερμανία	450,000	715,000
Γαλλία	366,000	357,000
Ιταλία	210,000	273,000
Δανία	10,000	41,000
Αυστρία	25,000	32,000

Ηνωμένο Βασίλειο	3,000	9,000
Ισπανία	0	6,000
Σουηδία	1,000	1,000
Σύνολο Ε.Ε. - 15	1,065,000	1,434,000
Τσεχία	68,800	70,000
Σύνολο Ε.Ε. - 25	1,133,000	1,504,000

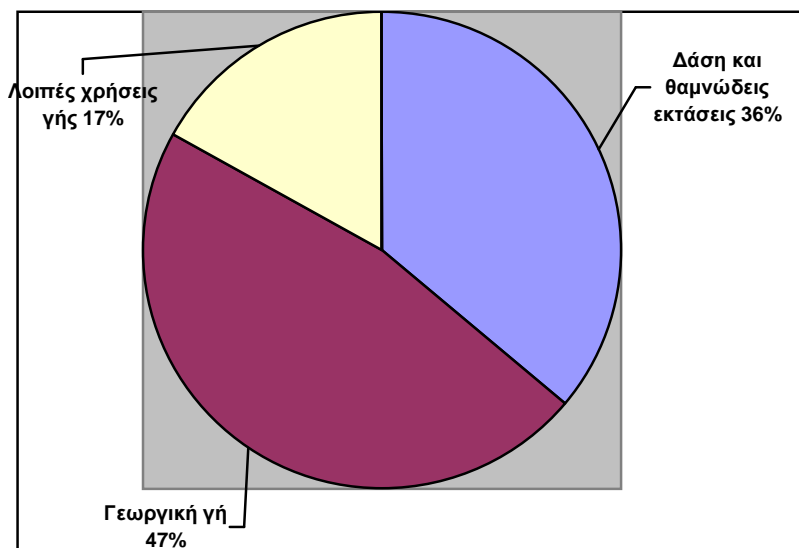
Πηγή: EUROSTAT

Βιοαέριο: Το βιοαέριο αποτελεί ένα σημαντικό βιοκαύσιμο και παράγεται μέσα από την αναερόβια ζύμωση διαφόρων οργανικών αποβλήτων (π.χ. αστικά λήμματα, απόβλητα κτηνοτροφικών εγκαταστάσεων, απόβλητα γεωργικών βιομηχανιών). Η παραγωγή βιοαερίου αποτελεί μια πρακτική που συνεχώς κερδίζει έδαφος, και ενώ πραγματοποιείται κύρια για λόγους προστασίας του περιβάλλοντος αποδίδει σαν παραπροϊόν σημαντικές ποσότητες ενέργειας. Έτσι στη Ε.Ε. – 15, το έτος 2000 η παραγωγή βιοαερίου έφτασε τους 2.164 χιλιότονους ισόποσου πετρελαίου. Η ηλεκτρική παραγωγή από το καύσιμο αυτό έφτασε για την ίδια περίοδο 6,1 τεραβατώρες.

Η ΓΕΩΡΓΙΑ ΣΤΗΝ Ε.Ε. ΣΗΜΕΡΑ

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει σήμερα συνολική έκταση $433,1 \times 10^6$ εκτάρια, από την οποία τα $196,6 \times 10^6$ εκτάρια αντιπροσωπεύουν γεωργική γη η οποία καταλαμβάνει ποσοστό 47% της συνολικής έκτασης και καλλιεργείται το 57% από αυτήν ($113,5 \times 10^6$ εκτάρια καλλιεργούμενη έκταση).

Σχήμα 11. Κατανομή της γης στην Ε.Ε. - 27



Πιο αναλυτικά η κατανομή της γης και οι διάφορες χρήσεις της φαίνονται στο παρακάτω σχήμα.

{ EMBED MSGraph.Chart.8 \s }

ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΓΗΣ ΣΤΗ Ε.Ε.

Πίνακας 17. Έκταση κατά κύρια κατηγορία καλλιεργειών στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Έτος 2007 – EU 27)

Είδος καλλιέργειας	Έκταση (X 1.000 εκτάρια)	Συμμετοχή %
Σύνολο γεωργικής γης	180.104,1	100,00
Δημητριακά (εκτός ρυζιού)	59.183,5	32,86

Ρύζι	414,5	0,23
Σακχαρότευτλα	2.246,3	1,25
Ελαιούχοι σπόροι	9.590,7	5,33
Ελαιόδεντρα	4.281,0	2,38
Βαμβάκι	449,0	0,25
Καπνός	154,9	0,08
Λυκίσκος	30,2	0,02
Γεώμηλα	2.287,8	1,27
Όσπρια	1.969,1	1,09
Νωπά λαχανικά	1.987,5	1,10
Νωπά φρούτα (εκτός εσπεριδοειδών)	2.203,3	1,22
Εσπεριδοειδή	566,0	0,31
Αμύγδαλα και λοιποί ξηροί καρποί	767,6	0,43
Αμπέλια	3.632,2	2,02
Άνθη και διακοσμητικά φυτά	64,2	0,04
Χορτοδοτικά φυτά	6.609,0	3,67
Αγρανάπαιση	10.598,0	5,88
Λειμώνες	9.469,0	5,25
Συνολικό ποσοστό των κύριων καλλιεργειών στο σύνολο της γεωργικής γης της Ε.Ε.		64,68%

Πηγή: Eurostat

ΟΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΣΤΗΝ Ε.Ε. - 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. Βεβαίως μια πιθανή αύξηση του πληθυσμού η με κάποιες σημαντικές μεταβολές στις διατροφικές συνήθειες το ποσοστό αυτό της καλλιεργήσιμης γης μπορεί να μεταβληθεί.

Με βάση την σημερινή παγκόσμια κατάσταση τα ποσοστά της καλλιεργήσιμης γης που απαιτούνται για την διατροφική κάλυψη των πληθυσμών φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 18. 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 10 ⁸	5,9 X 10 ⁹
Γεωργική γη (X 1000 εκτάρια)	19,7 X 10 ⁷	50,1 X 10 ⁸

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 παραπάνω πίνακα διαπιστώνουμε ότι υπάρχει αρκετή γη διαθέσιμη για άλλες χρήσεις, όπως π.χ. η στρόφη σε ενεργειακές καλλιέργειες. Η άποψη αυτή ενισχύεται ακόμη περισσότερο από την παρατηρούμενη συνεχή βελτίωση των αποδόσεων των καλλιεργειών, μέσα από την βελτίωση των τεχνολογιών, την γενετική βελτίωση και τις παρεμβάσεις της βιοτεχνολογίας.

Γίνεται αντιληπτό λοιπόν ότι μέσα από μια σωστή και βιώσιμη διαχείριση δεν προδιαγράφεται ανταγωνισμός μεταξύ των καλλιεργειών για τρόφιμα και για ενέργεια, παρά μόνο ευκαιρίες για αλληλοεπικαλύψεις και συμβιώσεις μεταξύ των καλλιεργειών.

Κατά τις τελευταίες δεκαετίες σε Ευρωπαϊκό αλλά και σε παγκόσμιο επίπεδο έχουν παρουσιαστεί εμφανείς ανισορροπίες στα συστήματα γεωργίας – διατροφής - απορριμμάτων και διαχείρισης αυτών, και σύμφωνα με ορισμένους επιστήμονες (Isermann K., Isermann R.: Food production and consumption in Germany: N flows and N emissions. (1998) “Nutrient Cycling in Agroecosystems”, Vol.52, 289-301.) η παραγωγή τροφίμων και ζωοτροφών είναι κατά 50% υψηλότερη από ότι χρειάζεται για την κάλυψη των αναγκών των κατοίκων της υπό έρευνα χώρας (Γερμανία), σε ενέργεια, λίπη και πρωτεΐνες. Η κατάσταση αυτή όπως γίνεται αντιληπτό αντανακλά στο σύνολο των αναπτυσσόμενων χωρών, με τις υποανάπτυκτες και αναπτυσσόμενες να υστερούν, αλλά στις περισσότερες περιπτώσεις όχι από λόγους υστέρησης σε γη.

Μια στρόφη λοιπόν στην παραγωγή βιομάζας η οποία να επεξεργάζεται σε βιομηχανικά και ενεργειακά προϊόντα, σε αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων και των προϊόντων τους, αποτελούν πλέον ενέργειες πρώτης προτεραιότητας σε Ευρωπαϊκό επίπεδο.

Επιδίωξη της Ε.Ε. – 27 είναι η κάλυψη, μέχρι το έτος 2030, μέχρι και του 20% των ενεργειακών αναγκών από βιομάζα, χωρίς να επιβαρύνεται το περιβάλλον και οι ισορροπίες στην παραγωγή τροφίμων.

Μια τέτοια συμμετοχή της βιομάζας, σε συνδυασμό και με τις υπόλοιπες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η αιολική, υδροδυναμική, γαιοθερμική και ηλιακή, αναμένεται να αυξήσει κατά πολύ την συμμετοχή των Α.Π.Ε. στο Ευρωπαϊκό ενεργειακό ισοζύγιο, συμμετοχή που στα πιο αισιόδοξα σενάρια μπορεί να καλύψει το 75% των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών.

Όλες αυτές οι διαπιστώσεις και τα σενάρια οδήγησαν την Ε.Ε. στην στήριξη των ενεργειακών καλλιεργειών, η οποία άρχισε για πρώτη φορά να εφαρμόζεται το 2004. Σαν πρωταρχικός στόχος αυτής της στήριξης παρουσιάστηκε η προσπάθεια μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από τα ορυκτά καύσιμα, μέσα από την υποκατάσταση τους από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Προφανώς όμως μέσα στους λόγους έναρξης της προσπάθειας αυτής συμπεριλαμβανόταν τόσο η προσπάθεια

απεξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα όσο και η συμβολή στην αναδιάρθρωση καλλιεργειών με την προώθηση των ενεργειακών φυτών. Επί του παρόντος η στήριξη αυτή συνυπάρχει με την στήριξη της αγρανάπαυσης, μέσα από την οποία μπορούν να καλλιεργηθούν ενεργειακά φυτά, χωρίς όμως να μπορούν οι καλλιεργητές να πάρουν και τις δύο επιδοτήσεις.

Η στήριξη προέβλεπε 45€ ανά εκτάριο (10 στρ.), για μια μέγιστη επιδοτούμενη έκταση 1,5 εκατομμυρίου εκταρίων για την περίοδο 2004 – 2006. Το έτος 2006, κάτω από αυτό το σχήμα καλλιεργήθηκαν στην Ε.Ε. 1,2 εκατομμύρια εκτάρια και αυτό αποδεικνύει την επιτυχία και αποδοχή του μέτρου. Η στήριξη δίνεται σε κάθε ενδιαφερόμενο, μέσα στα όρια του 1,5 εκατομμυρίου εκταρίων, με την προϋπόθεση ο καλλιεργητής να παρουσιάσει συμφωνητικό διάθεσης του προϊόντος του σε κάποια βιομηχανία επεξεργασίας ενεργειακών φυτών. Αυτό αποτελεί την πλέον ενδιαφέρουσα πτυχή του προγράμματος, καθώς διασφαλίζει την επεξεργασία των προϊόντων και την μετατροπή τους σε ενέργεια. Το πρόγραμμα επιτρέπει και την επεξεργασία και χρήση των προϊόντων μέσα στην γεωργική εκμετάλλευση με βάση μίαν υπεύθυνη δήλωση.

Κατά το 2007 το πρόγραμμα ανανεώθηκε με την Κοινοτική οδηγία 270/2007 (Commission Regulation (EC) No 270/2007, 13 Μαρτίου 2007) και απέκτησαν πρόσβαση σ'αυτό και οι νέες χώρες – μέλη, όπως η Βουλγαρία και η Ρουμανία, και για τον λόγο αυτό η καλυπτόμενη έκταση αυξήθηκε σε 2 εκατομμύρια εκτάρια.

Με τον τρόπο αυτό οι κοινοτικές στηρίξεις των ενεργειακών καλλιεργειών αποτέλεσαν ακόμη ένα εργαλείο για την προώθηση παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, δίνοντας ταυτόχρονα και μια διέξοδο στην ανάγκη αναδιάρθρωσης των καλλιεργειών η οποία καθίσταται όλο και πιο επιτακτική, όσο μειώνονται οι στηρίξεις και οι τιμές παραδοσιακών αγροτικών προϊόντων.

Μέσα από το πρόγραμμα αυτό στηρίζονται όλες οι καλλιέργειες που προορίζονται για την παραγωγή βιοκαυσίμων η άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για μεταφορές, καθώς και αυτές που προορίζονται για την παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από βιομάζα. Στις καλλιέργειες αυτές περιλαμβάνονται διάφορα ετήσια, διετή και πολυετή φυτά, καθώς και μόνιμες καλλιέργειες δασικών φυτών.

Δίνεται βέβαια η δυνατότητα στα κράτη – μέλη για επαναδιαπραγμάτευση του προγράμματος και εισαγωγή και άλλων καλλιεργειών η αποκλεισμό κάποιων από τις ήδη εγκεκριμένες.

Πίνακας 19. Συνολική έκταση και κατανομή γης κατά χώρα – μέλος της Ε.Ε. - 27

	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

Χώρα					
Αυστρία	8,4	3,4	1,4	17	0,42
Βέλγιο	3,1	1,4	0,8	27	0,13
Βουλγαρία	11,1	5,3	3,3	30	0,68
Γαλλία	55,2	29,7	18,5	33	0,49
Γερμανία	35,7	17,0	11,8	33	0,21
Δανία	4,3	2,7	2,3	53	0,49
Εσθονία	4,5	0,8	0,5	12	0,63
Ελλάδα	13,2	8,4	2,7	20	0,77
Ην. Βασίλειο	24,4	17,0	5,7	23	0,28
Ισπανία	50,5	30,2	13,7	27	0,73
Ιρλανδία	7,0	4,4	1,2	17	1,09
Ιταλία	30,1	15,1	8,0	26	0,26
Κύπρος	0,9	0,1	0,1	11	0,18
Λετονία	6,5	2,5	1,8	28	1,08
Λιθουανία	6,5	3,5	2,9	45	1,02
Λουξεμβούργο	0,3	0,1	0,06	24	0,28
Ουγγαρία	9,3	5,9	4,6	50	0,60
Μάλτα	0,03	0,01	0,01	31	0,03
Ολλανδία	4,2	1,9	0,9	22	0,12
Πολωνία	31,3	16,2	12,6	40	0,42
Πορτογαλία	9,2	3,7	1,6	17	0,37
Ρουμανία	23,8	14,7	9,4	39	0,66
Σλοβενία	2,0	0,5	0,2	9	0,26
Σλοβακία	4,9	2,4	1,4	29	0,45
Σουηδία	45,0	3,2	2,7	6	0,36
Τσεχία	7,9	4,3	3,1	39	0,42
Φινλανδία	33,8	2,2	2,2	7	0,43

Πηγή: FAO data base (2003)

Πίνακας 20. 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%	Χρήση του 20%	Χρήση του 30%
	Της καλλιεργήσιμης γης	Της καλλιεργήσιμης γης	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

Η Ελλάδα είναι μια χώρα που χαρακτηρίζεται από μια έντονη ενεργειακή εξάρτηση από τις εισαγωγές. Το έτος 2000, η ενεργειακή εξάρτηση αυτή εξάρτηση έφτασε το 69% και, σύμφωνα με το σενάριο αναφοράς της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (ΡΑΕ), αυτή αναμένεται να φτάσει το 71% το 2010 και να σκαρφαλώσει στο 76% το 2030.

**Σχήμα 13. Πορεία ενεργειακής εξάρτησης της Ελλάδας από εισαγωγές
{ EMBED MSGraph.Chart.8 \s }**

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

Η εγχώρια πρωτογενής ενέργεια περιλαμβάνει κυρίως λιγνίτη, ελάχιστο πετρέλαιο και ανανεώσιμες πηγές, κύρια υδροηλεκτρικές μονάδες, και δευτερευόντως αιολική και ηλιακή ενέργεια. Οι εγχώριοι πόροι υδρογονανθράκων είναι περιορισμένοι και ήδη έχουν σχεδόν εξαντληθεί.

Η ενεργειακή αυτή εξάρτηση της Ελλάδας προκαλεί πολύ δυσμενείς στο ισοζύγιο εξωτερικών συναλλαγών, το οποίο βρίσκεται σε διαρκή επιδείνωση. Το έτος 2004 το κόστος αγοράς πετρελαίου από την Ελλάδα άγγιξε τα 6 δισ. €, σκαρφαλώνοντας το 2005 στα 8 δισ. € περίπου, ή αντίστοιχα στο 4,6% του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος (ΑΕΠ), παρουσιάζοντας έναν ιδιαίτερα μεγάλο ρυθμό αύξησης.

Οι μέσοι ετήσιοι ρυθμοί αύξησης του κόστους αγοράς πετρελαίου κατά την περίοδο 1997-2004 ήταν 2,05% σε παγκόσμιο επίπεδο, 0,93% σε επίπεδο ΕΕ-25 και 2,7% για την Ελλάδα, κατέχοντας όπως αναφέρθηκε μια από τις υψηλότερες τιμές.

**Σχήμα 14. Μέσοι ετήσιοι ρυθμοί αύξησης κόστους αγοράς πετρελαίου για την περίοδο
1997-2004**

{ EMBED MSGraph.Chart.8 \s }

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

Όπως παραπάνω φαίνεται, για την Ελλάδα η ετήσια αύξηση της ζήτησης πρωτογενούς ενέργειας, αλλά και ηλεκτρισμού, είναι μεγαλύτερη του παγκόσμιου μέσου όρου. Είναι μάλιστα τριπλάσια του ευρωπαϊκού μέσου όρου (ΕΕ-25) σε ότι αφορά στη ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας και διπλάσια σε ότι αφορά την ηλεκτροπαραγωγή.

Κατά το έτος 2004, η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στην Ελλάδα έφτασε τα 32,7 εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (toe), με το πετρέλαιο να κατέχει την πρώτη θέση μέσα σε όλες τις πηγές ενέργειας, με περίπου 20 εκατ. ΤΙΠ, η αντίστοιχα ποσοστό 61,2%, ακολουθούμενο από τον λιγνίτη με 9,3 εκατ. ΤΙΠ ή ποσοστό 28,5%, το φυσικό αέριο με 2,2 εκατ. ΤΙΠ ή 6,8% και τέλος τα υδροηλεκτρικά και οι λοιπές ανανεώσιμες πηγές (ΑΠΕ) με 1,1 εκατ. ΤΙΠ ή αντίστοιχα ποσοστό 3,5%. Πιο αναλυτικά η κατάσταση περιγράφεται από τον πίνακα και το σχήμα που ακολουθούν.

Πίνακας 21. Πρωτογενής ενέργεια στην Ελλάδα (έτος αναφοράς 2004)

Κατηγορία ενέργειας	Ποσότητα εκατομμύρια	Ποσοστό συμμετοχής στην
---------------------	----------------------	-------------------------

	τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (toe)	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

Σχήμα 15. Κατανομή πρωτογενούς ενέργειας στην Ελλάδα (έτος αναφοράς 2004)
 { EMBED MSGraph.Chart.8 \s }

Όπως γίνεται άμεσα αντιληπτό τα ορυκτά καύσιμα να κυριαρχούν στην Ελληνική ενεργειακή εικόνα, καλύπτοντας ένα μερίδιο της τάξης περίπου το 93% της πρωτογενούς ενέργειας, μια εικόνα που παραμένει περίπου σταθερή διαχρονικά. Παρά τον πλούτο ενεργειακών πόρων στον τομέα των ΑΠΕ, η εμμονή στη χρήση ορυκτών καυσίμων μεταφράζεται σε μια έντονη ενεργειακή εξάρτηση της χώρας από εισαγόμενα καύσιμα σε ποσοστό 70% των πόρων που καταναλώνουμε. Όπως έχει ήδη αναφερθεί και προηγουμένως, με βάση το σενάριο αναμενόμενης εξέλιξης της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (ΡΑΕ), η εξάρτηση αυτή αναμένεται να αυξηθεί τα επόμενα 25 χρόνια αγγίζοντας το 76%.

Η ενεργειακή κατάσταση της Ελλάδας αντανακλά ιδιαίτερα και στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα οι οποίες τα τελευταία χρόνια έχουν εκτιναχτεί ξεπερνώντας ήδη τον δεσμευτικό στόχο που έχει θέσει η χώρα για αύξηση των θερμοκηπιακών αερίων μέχρι 25% την περίοδο 1990-2010. Με τις παραπάνω προϋποθέσεις και χωρίς ουσιαστικά μέτρα, η Ελλάδα προβλέπεται ότι θα αυξήσει τις εκπομπές της κατά 39,2% έως το 2010 και κατά 57,6% έως το 2020.

Αν και η Ελλάδα συγκριτικά καταναλώνει λιγότερη ενέργεια κατά κεφαλήν, σε σχέση με τον ευρωπαϊκό μέσο όρο, ο τρόπος που καταναλώνεται αυτή η ενέργεια δεν είναι τόσο αποδοτικός όσο θα έπρεπε. Έτσι την Ελληνική οικονομία την χαρακτηρίζει μεν υψηλή ενεργειακή ένταση αλλά χαμηλή αποδοτικότητα στην τελική της χρήση, παρουσιάζοντας μεταξύ των χωρών ΕΕ-15, τον χειρότερο δείκτη ενεργειακής έντασης ο οποίος δίνεται από την σχέση τόνων ισοδύναμου πετρελαίου προς εκατομμύρια € (toe/million €), δείκτης ο οποίος ενώ παρουσιάζει πτωτική τάση στην ΕΕ, αυξάνεται συστηματικά στην Ελλάδα την τελευταία τριακονταετία.

Η ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Τον τελευταίο μισό αιώνα οι ενεργειακές αγορές στην Ελλάδα ελέγχονται, σε ότι αφορά την ηλεκτροπαραγωγή από τα κρατικά μονοπώλια, και από ένα ολιγοπώλιο, με κυρίαρχο τον κρατικό τομέα, σε ότι αφορά τα πετρελαιοειδή, μια κατάσταση η οποία χαρακτηρίζει και τις περισσότερες ενεργειακές αγορές. Η κατάσταση αυτή άρχισε να αλλάζει δραστικά την τελευταία δεκαετία, με τις περισσότερες ευρωπαϊκές αγορές να έχουν απελευθερωθεί πλήρως ή να κινούνται ταχύτατα προς αυτή την κατεύθυνση.

Έτσι η αγορά των υγρών καυσίμων είναι θεωρητικά πλήρως απελευθερωμένη, ενώ η αγορά του φυσικού αερίου λειτουργεί ακόμη κάτω από μονοπωλιακό καθεστώς εταιρειών που ελέγχονται από το δημόσιο (ΔΕΠΑ, ΕΠΑ).

Η ελληνική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας παρουσιάζει μία ετήσια κατανάλωση περίπου 56 TWh και με βάση τις διαγραφόμενες εξελίξεις ως το 2009 θα απαιτείται, σύμφωνα με τη ΡΑΕ, κάθε χρόνο η ένταξη 400 νέων MW στο Ελληνικό ηλεκτρο-ενεργειακό σύστημα, προκειμένου να παρακολουθείται η αύξηση της ζήτησης.

Ως προς τη λειτουργία της, στην παρούσα φάση η ελληνική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, είναι σε πρωτόγονη μορφή, αφού με εξαίρεση τη λειτουργία κάποιων προμηθευτών και λίγων αυτοπρομηθευόμενων (με παραγωγή που δεν υπερβαίνει τα 400 MW), η ΔΕΗ διατηρεί δεσπόζουσα θέση.

Πιο αναλυτικά, και με βάση τα στοιχεία του Υπουργείου Ανάπτυξης, η συνολική ενεργειακή κατανάλωση της Ελλάδας (συμπεριλαμβανόμενης και της εισαγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας) για το έτος 2004 φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί.

Σχήμα 16. Ενεργειακό ισοζύγιο της Ελλάδας για το έτος 2004
(χιλιότονοι ισοδύναμου πετρελαίου – ktoe)

{ EMBED MSGraph.Chart.8 \s }

Συμπεριλαμβάνοντας και τα στοιχεία εισαγωγών, εξαγωγών και μετατροπών ενέργειας, και πάλι με βάση το Υπουργείο Ανάπτυξης, για την περίοδο 1995 – 2004, το ενεργειακό ισοζύγιο της Ελλάδας περιγράφεται λεπτομερώς στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 22. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ		1995-2004								
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
<i>Μονάδα μέτρησης: 1000 T.I.II</i>										
Πρωτογενής Παραγωγή Ενέργειας										
ΣΥΝΟΛΟ	9.702	10.136	9.924	10.038	9.463	9.946	9.942	10.541	10.396	10.280
Άνθρακας	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
Λιγνίτης και τύρφη	7.911	8.202	8.073	8.353	8.003	8.222	8.392	8.914	8.176	8.545
Αργό πετρέλαιο	459	515	466	316	16	280	191	189	137	133
Φυσικό αέριο	44	46	45	40	3	42	40	42	31	29
Πυρηνική ενέργεια	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
Υδροηλεκτρική	303	374	334	320	416	318	180	241	410	410

Βιομάζα	898	908	911	908	913	946	970	996	945	958
Αιολική	3	3	3	6	14	39	65	56	88	96
Ηλιακή	82	86	89	93	97	99	100	102	105	108
Γεωθερμία	3	3	2	3	2	2	2	1	1	1
Εισαγωγές										
ΣΥΝΟΛΟ	22.366	23.578	23.096	24.443	23.690	26.249	26.334	27.529	28.653	30.488
Άνθρακας	916	1.158	790	893	782	809	885	644	485	498
Κώκ	-	10	14	2	1	1	3	2	3	3
Αργό πετρέλαιο & τροφοδοσία διυλιστηρ.	17.600	18.601	18.611	19.280	17.347	20.439	20.132	20.605	21.111	21.639
Πετρελαιϊκά προϊόντα	3.722	3.574	3.295	3.363	4.188	3.164	3.337	4.127	4.693	5.757
Φυσικό αέριο	0	8	129	690	1.216	1.689	1.670	1.755	2.002	2.174
Ηλεκτρική ενέργεια	120	229	258	215	156	149	306	396	359	417
Εξαγωγές										
ΣΥΝΟΛΟ	4.159	4.744	3.901	3.337	3.945	4.267	4.012	4.374	6.183	5.897
Άνθρακας	-	29	40	45	49	38	32	5	39	13
Λιγνίτης και τύρφη	-	-	-	-	-	-	-	0	28	24
Αργό πετρέλαιο & τροφοδοσία διυλιστηρ.	645	274	214	-	116	-	-	387	1.105	812
Πετρελαιϊκά προϊόντα	3.463	4.357	3.586	3.214	3.636	4.077	3.889	3.815	4.832	4.873
Φυσικό αέριο	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ηλεκτρική ενέργεια	51	113	61	77	142	150	91	147	179	175
Ακαθάριστη εγχώρια κατανάλωση										
ΣΥΝΟΛΟ	24.137	25.405	25.585	26.875	26.759	28.076	28.937	29.736	30.158	30.651
<i>μεταξύ των οποίων :</i>										
Στερεά καύσιμα	8.783	8.952	8.817	9.156	8.524	9.040	9.308	9.336	8.905	9.103
Αργό και πετρελαιϊκά προϊόντα	13.952	14.914	15.061	15.527	15.562	15.929	16.413	16.954	17.497	17.503
Φυσικό αέριο	44	49	171	725	1.218	1.705	1.683	1.801	2.027	2.229
Ηλεκτρική ενέργεια	-	-	-	-	-	-	-	-	180	243
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	1.289	1.374	1.340	1.329	1.442	1.403	1.318	1.396	1.549	1.573
Προς Μετατροπή										
ΣΥΝΟΛΟ	27.792	30.517	30.905	31.544	29.059	34.030	33.308	33.696	34.804	33.297
Αργό & τροφοδ. διυλ.	17.860	20.459	20.808	21.221	19.063	22.404	21.666	21.477	22.248	21.119
Πετρελαιϊκά προϊόντα	2.101	2.041	1.985	1.918	1.877	2.036	1.868	1.937	1.968	1.794
Άνθρακας	74	111	65	11	3	4	1	6	25	0
Λιγνίτης και τύρφη	7.742	7.890	7.978	8.040	7.248	8.252	8.476	8.880	9.048	8.752
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	0	0	-	-	2	0	31	47	31	32
Φυσικό αέριο	14	16	70	353	867	1.280	1.265	1.348	1.484	1.600
Προϊόν μετατροπής										
ΣΥΝΟΛΟ	21.062	23.666	24.161	24.811	22.877	26.632	25.951	25.815	26.662	25.692
<i>μεταξύ των οποίων :</i>										
Παράγωγα πετρελαίου	-	-	-	-	-	-	-	21.396	22.079	21.026
Ηλεκτρική ενέργεια	3.245	3.269	3.386	3.645	3.838	4.237	4.319	4.342	4.483	4.559
Θερμότητα	-	-	-	-	26	28	28	28	24	44
<i>Μονάδα μέτρησης: 1000 T.I.II</i>	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Τελική κατανάλωση Ενέργειας										

ΣΥΝΟΛΟ	15.811	16.870	17.257	18.159	18.157	18.508	19.112	19.497	20.458	20.244
<i>μεταξύ των οποίων :</i>										
Στερεά καύσιμα	1.085	1.078	964	964	770	888	903	746	603	560
Πετρελαϊκά προϊόντα	10.799	11.719	12.023	12.669	12.634	12.584	12.992	13.321	14.245	13.876
Φυσικό αέριο	0	3	33	142	201	252	317	345	386	462
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	897	908	911	908	911	946	939	949	1.021	1.027
Ηλεκτρική ενέργεια	2.931	3.058	3.188	3.380	3.515	3.710	3.829	4.004	4.203	4.319
Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα										
Βιομηχανία										
ΣΥΝΟΛΟ	4.113	4.314	4.339	4.421	4.154	4.432	4.496	4.458	4.305	4.047
Στερεά καύσιμα	1.032	1.020	909	917	734	852	870	721	597	554
Πετρελαϊκά προϊόντα	1.843	2.035	2.091	2.060	1.913	1.935	1.913	1.966	1.960	1.709
Φυσικό αέριο	-	3	33	129	190	239	294	309	329	373
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	195	206	209	205	208	241	236	246	202	208
Ηλεκτρική ενέργεια	1.037	1.043	1.058	1.110	1.109	1.165	1.183	1.215	1.217	1.203
Μεταφορές										
ΣΥΝΟΛΟ	6.431	6.561	6.726	7.292	7.453	7.196	7.363	7.460	7.800	7.959
Πετρελαϊκά προϊόντα								7.431	7.769	7.928
<i>μεταξύ των οποίων : Βενζίνη</i>	2.883	3.037	3.137	3.264	3.326	3.394	3.506	3.671	3.836	3.920
<i>Ντίζελ</i>	2.009	2.005	2.031	2.268	2.240	2.216	2.304	2.319	2.466	2.430
<i>Καύσιμα αεροπορίας</i>	1.226	1.230	1.187	1.201	1.284	1.325	1.191	1.154	1.162	1.208
Ηλεκτρική ενέργεια	13	14	14	15	17	20	18	19	20	20
Φυσικό αέριο	-	-	-	-	-	-	6	10	11	11
Οικιακός-εμπορικός-λοιποί										
ΣΥΝΟΛΟ	5.267	5.995	6.192	6.446	6.549	6.880	7.253	7.579	8.353	8.238
Στερεά καύσιμα	52	58	54	48	36	35	33	25	6	6
Πετρελαϊκά προϊόντα	-	-	-	-	-	-	-	-	4.516	4.239
<i>μεταξύ των οποίων :</i>										
<i>Ντίζελ</i>	2.318	21.910	2.992	3.116	3.087	3.287	3.546	3.756	4.354	4.041
Φυσικό αέριο	-	-	-	13	11	13	17	27	46	78
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	702	702	702	703	702	705	703	704	819	819
Ηλεκτρική ενέργεια	1.881	2.001	2.115	2.255	2.389	2.526	2.628	2.770	2.942	3.052
Θερμότητα	-	-	-	-	26	28	28	28	24	44

Με βάση τα στοιχεία των προηγούμενων πινάκων και σχημάτων οι Α.Π.Ε. στην Ελλάδα συμμετέχουν στην ενεργειακή κατανάλωση με ένα ποσοστό περίπου της τάξης του 3,5%. Βεβαίως κατά την δεκαετία 1994-2004 παρατηρείται μια αυξητική τάση της συμμετοχής αυτής, μικρή μεν αλλά συνεχής.

Σχήμα 17. Πορεία της συμμετοχής των Α.Π.Ε. στην ενεργειακή κατανάλωση της Ελλάδας.
(περίοδος αναφοράς 1994 – 2004, χιλιάτονοι ισοδύναμου πετρελαίου – ktoe)
{ EMBED MSGraph.Chart.8 \s }

Σύμφωνα με την 1η Έκθεση του ΥΠΑΝ για το Μακροχρόνιο Ενεργειακό Σχεδιασμό για την Ελλάδα, για την περίοδο 2008-2020, η συνεισφορά των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στο εθνικό ενεργειακό ισοζύγιο αυξήθηκε περαιτέρω μέχρι το έτος 2006, προσεγγίζοντας το 5,5% σε επίπεδο συνολικής διάθεσης πρωτογενούς ενέργειας στη χώρα, και το 16% σε επίπεδο εγχώριας παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας. Η παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από ΑΠΕ το 2006 ήταν 1,72 Mtoe, ενώ στις αρχές της δεκαετίας του 90 ήταν 1,2 Mtoe. Εξ αυτών, τα 700 ktoe προήλθαν από την χρήση βιομάζας στα νοικοκυριά, 239 ktoe περίπου από την χρήση βιομάζας στη βιομηχανία για ίδιες ανάγκες, διαμορφώνοντας ένα συνολικό ποσοστό της βιομάζας μέσα στο σύνολο των Α.Π.Ε. της τάξης του 53%. Ποσότητες ενέργειας 536 ktoe (30,2% της συνολικής από Α.Π.Ε.) προήλθε από την παραγωγή των υδροηλεκτρικών σταθμών, 149 ktoe (8,4%) από την παραγωγή των αιολικών, 112 ktoe (6,3%) από την παραγωγή των θερμικών ηλιακών συστημάτων και 36 ktoe (2,1%) από το βιοαέριο, κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η εικόνα της κατανομής των μεταξύ των διαφόρων Α.Π.Ε. για την Ελλάδα κατά την χρονική περίοδο 2004-2006 δίνεται από τους παρακάτω πίνακες και το σχήμα.

Πίνακας 23. Πρωτογενής παραγωγή της Ελλάδας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)
1.000 ΤΙΠ (τόνοι ισιδύναμου πετρελαίου - κτοε)

ΑΠΕ – Τεχνολογία	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Υδροηλεκτρική ενέργεια	172	273	206	219	245	325	388	353	333	416	354	235	298	459
Εκ των οποίων αντλητικά συστήματα	20	6	16	22	21	22	13	18	13	20	36	54	57	49
Υδροηλεκτρικά (Η/Υ) – 1 MW	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	3	5	7
Υδροηλεκτρικά (Η/Υ) – 1 – 10 MW	5	6	4	7	8	8	10	12	12	14	12	8	8	15
Υδροηλεκτρικά (Η/Υ) – 10+ MW	147	260	185	189	215	295	363	321	307	381	304	169	228	389
Βιομάζα	893	897	899	899	894	897	908	911	907	911	945	938	948	910
Στον οικιακό τομέα	702	702	702	702	702	702	702	702	702	702	702	702	702	702
Στην βιομηχανία κλπ.	191	195	196	197	191	195	206	209	205	209	243	236	246	207
Αιολική ενέργεια	0	0	1	4	3	3	3	3	6	14	39	65	56	88
Φωτοβολταϊκά	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Ηλιακή ενέργεια	56	63	70	75	79	82	86	89	93	97	99	100	102	105
Βιοαέριο	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	33	48	36
Γεωθερμία	3	3	3	3	4	3	3	2	3	2	2	2	1	1
Σύνολο	1125	1236	1178	1201	1225	1311	1388	1359	1342	1440	1439	1373	1453	1598
Σύνολο χωρίς αντλητικά	1105	1230	1162	1178	1204	1290	1375	1340	1329	1420	1403	1319	1396	1550

Πηγή: Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας τομ. XXXVI, 2004
Πρακτικά 10ου Διεθνούς Συνεδρίου, Θεσ/νίκη Απρίλιος 2004

**Πίνακας 24. 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%

**Σχήμα 18. Κατανομή παραγωγής από Α.Π.Ε. στην Ελλάδα
(έτος αναφοράς 2006)**

{ EMBED MSGraph.Chart.8 \s }

Η συνεισφορά των ΑΠΕ στην ακαθάριστη εγχώρια κατανάλωση ενέργειας μετά το 1995 παραμένει σχεδόν σταθερή και κυμαίνεται σε ποσοστό 5-5,5%. Ο λόγος είναι ότι η παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από ΑΠΕ οφείλεται κατά 70% στη βιομάζα που καταναλώνεται στον οικιακό τομέα και στα μεγάλα υδροηλεκτρικά τα οποία έχουν εξαντλήσει το δυναμικό τους. Έτσι, αν εξαιρέσει κανείς τη βιομάζα στον οικιακό τομέα και τα μεγάλα υδροηλεκτρικά, η συνολική συνεισφορά των ΑΠΕ, παρουσιάζει μια σταθερά ανοδική πορεία η οποία ουσιαστικά οφείλεται στα μέτρα οικονομικής υποστήριξης της ηλεκτροπαραγωγή από αιολικά και ηλιακά συστήματα. Η ηλεκτροπαραγωγή αυτή, από συμβατικές Α.Π.Ε. στην Ελλάδα (μη συμπεριλαμβανομένων των μεγάλων υδροηλεκτρικών), παρουσιάζει μια σημαντική αύξηση τα τελευταία χρόνια και αντιστοιχεί περίπου στο 3% της ακαθάριστης εγχώριας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Αφορά κυρίως σε αιολικά και μικρά υδροηλεκτρικά, σε μικρό βαθμό τη βιομάζα, ενώ ήδη γίνεται πολύ αισθητή και η συνεισφορά των φωτοβολταϊκών. Η εγκατεστημένη ισχύς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. (εξαιρουμένων των υδροηλεκτρικών σταθμών άνω των 10MW) ήταν 878 MW στο τέλος του 2006. Σταθερά αυξανόμενη εξέλιξη κατά τα τελευταία χρόνια είχαν επίσης και τα αιολικά, τα μικρά υδροηλεκτρικά και η βιομάζα.

Ξεκινώντας από 270 MW συνολικής ισχύος των αιολικών πάρκων το 2001, καταλήξαμε στο τέλος του 2006 σε αιολικά πάρκα συνολικής ισχύος 745MW. Τα μικρά υδροηλεκτρικά αντίστοιχα ξεκίνησαν από 43 MW το 1997 και έφθασαν τα 108 MW στο τέλος του 2006.

Τέλος, οι εγκαταστάσεις ηλεκτροπαραγωγής από βιοαέριο χώρων υγειονομικής ταφής απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) και συμπαραγωγής από βιοαέριο λυμάτων έχουν μια ηλεκτρική ισχύ 14 και 10 MW αντίστοιχα. Γενικά η συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, στην περίοδο 2004-2006, παρουσιάζει αύξηση 30%.

Για το 2006 η συνολική πρωτογενής παραγωγή θερμότητας από Α.Π.Ε. ήταν της τάξεως των 46.000 τερατζάουλ (TJ), και προέρχονταν κυρίως από βιομάζα και σε μικρότερο ποσοστό από ηλιακή ενέργεια και βιοαέριο.

Προφανώς βέβαια η χρήση των βιοκαυσίμων στην Ελλάδα είναι σε φάση εκκίνησης και σύμφωνα με την 3η Εθνική Έκθεση της Ελλάδας για τα βιοκαύσιμα, από το τέλος του 2005 και μέχρι τα μέσα του 2006 λειτούργησαν τέσσερις εταιρίες παραγωγής βιοντήζελ με δυναμικότητα παραγωγής 315.000 τόνων. Επιπρόσθετα, σύμφωνα με τα μέχρι στιγμής διαθέσιμα στοιχεία, προωθήθηκε η κατασκευή σε διάφορα σημεία της χώρας, άλλων οκτώ μονάδων παραγωγής βιοντήζελ. Η κατανάλωση βιοντήζελ στη χώρα μας ξεκίνησε, στην ουσία, το 2006 με τη διάθεση στην αγορά 61.000 κμ., ενώ για το 2007 η κατανάλωση έφτασε τα 114.000 κμ. Παρά το γεγονός ότι στην παρούσα φάση εκκίνησης η προσοχή έχει στραφεί προς το βιοντήζελ, σύντομα αναμένεται να εξεταστεί και η προοπτική της βιοαιθανόλης με την εμπλοκή της πρώην Βιομηχανίας Ζάχαρης. Προς το παρόν η εισαγωγή βιοαιθανόλης στην ελληνική αγορά καυσίμων δεν αναμένεται να ξεκινήσει πριν το 2010.

Στο πλαίσιο χάραξης μακροχρόνιας ενεργειακής πολιτικής, αρκετοί φορείς (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, ΠΑΕ, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών κλπ) έχουν εκπονήσει σενάρια για το προδιαγραφόμενο ενεργειακό μέλλον της χώρας.

Παρά τις όποιες (όχι πάντως μεγάλες) διαφορές των ως άνω μελετών, όσον αφορά τις ποσοτικές προβλέψεις τους για την εξέλιξη του εθνικού ενεργειακού συστήματος, αξιοσημείωτη είναι η συμφωνία των αποτελεσμάτων τους, σχετικά με τις κύριες τάσεις του ενεργειακού μας συστήματος και τις αναμενόμενες μεταβολές του, ανά μορφή ενέργειας και ανά τομέα παραγωγής-κατανάλωσης ενέργειας, τουλάχιστον σε ένα χρονικό ορίζοντα δεκαετίας (2006–2015).

Τα κυριότερα από τα αποτελέσματα των σεναρίων αυτών στηρίζονται στη βασική υπόθεση ότι η ενεργειακή πολιτική που ακολουθείται σήμερα και τα συναφή προγράμματα και μέτρα που έχουν ήδη υιοθετηθεί θα συνεχιστούν και στο μέλλον, χωρίς σημαντικές μεταβολές και παρεκκλίσεις.

Υπενθυμίζεται ότι στις ακολουθούμενες σήμερα ενεργειακές πολιτικές και μέτρα περιλαμβάνονται:

- Σταδιακή απελευθέρωση των εγχώριων αγορών ηλεκτρισμού και φυσικού αερίου
- Επέκταση της υποδομής μεταφοράς και διανομής του φυσικού αερίου και η ταχύρρυθμη διείσδυσή του στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας
- Συνέχιση της δημόσιας ενίσχυσης των Α.Π.Ε. και της συμπαραγωγής (ευνοϊκό θεσμικό πλαίσιο, χρηματοδοτική υποστήριξη από το Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης και τον Αναπτυξιακό Νόμο)
- Εφαρμογή στην πράξη των υφιστάμενων και των υπό ψήφιση Κοινοτικών Οδηγιών για την ενέργεια και το περιβάλλον (Κοινοτικές Οδηγίες για τις Α.Π.Ε., την ενεργειακή αποδοτικότητα, την πορεία εκπομπών ρύπων, κ.α.)

ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΩΝ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΞΕΛΙΞΕΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ

Λαμβάνοντας υπ' όψιν τα ανωτέρω, και ιδιαίτερα τα θέματα της ενεργειακής απεξάρτησης, της συγκράτησης εκπομπών θερμοκηπίου, σε συνδυασμό με

την αναδιάρθρωση των καλλιεργειών με στόχο την ενίσχυση του αγροτικού εισοδήματος, γίνεται αντιληπτό ότι οι Α.Π.Ε. θα κληθούν να παίξουν έναν κυρίαρχο ρόλο στην Ελληνική ενεργειακή πολιτική και προφανώς μέσα από αυτόν τον ρόλο θα επιχειρηθεί και μια αξιοποίηση των προσφερόμενων δυνατοτήτων προς όφελος της Ελληνικής οικονομίας και παράλληλα της Ελληνικής Γεωργίας μέσα από την προώθηση των χρήσεων βιομάζας από ενεργειακές καλλιέργειες.

Στον τομέα της μείωσης των εκπομπών θερμοκηπίου, σύμφωνα με το παρακάτω απόσπασμα προηγούμενου πίνακα, η Ελλάδα έχει την δυνατότητα να προσεγγίσει το 125% των εκπομπών του έτους αναφοράς 1991. Στην ουσία όμως, λαμβανομένων υπ'όψιν των ρυθμών ανάπτυξης του βιομηχανικού τομέα και του τομέα μεταφορών, αυτή η επίτευξη είναι πολύ δύσκολη και απαιτεί δραστική μείωση του ποσοστού συμμετοχής των ορυκτών καυσίμων στην ενεργειακή κατανάλωση της χώρας.

Πίνακας 25. Πορεία μείωσης των εκπομπών θερμοκηπίου κατά χώρα – μέλος σύμφωνα με το πρωτόκολλο του Κyoto

Δείκτης :επιπρεπτά όρια έτους βάσεως =100%

	1991	1995	2000	2001	Στόχος
E.E.	100,2	97,2	97,0	98,0	92,0
Ελλάδα	100,0	105,4	123,8	126,0	125,0

Πηγή: UNFCCC, European Environment Agency / European Topic Centre on Air and Climate Change

Η συμβολή της χρήσης βιομάζας στην μείωση των εκπομπών θερμοκηπίου, και γενικότερα των ατμοσφαιρικών ρύπων, καθώς και η γενικότερη συμβολή στην προστασία του περιβάλλοντος, αποτελούν πλέον αποδεκτή πραγματικότητα και τούτο διότι:

- Τα καύσιμα από βιομάζα δεν παράγουν εκπομπές θείου και κατά συνέπεια ελαχιστοποιούν τις όξινες βροχές.
- Τα καύσιμα από βιομάζα ανακυκλώνουν τον ατμοσφαιρικό άνθρακα μέσα από το κύκλωμα "φωτοσύνθεση – παραγωγή – καύση" και έτσι ελαχιστοποιούν την υπερθέρμανση του πλανήτη, καθ' όσον το ισοζύγιο του άνθρακα είναι μηδενικό (οι εκπομπές άνθρακα κατά την καύση είναι ίσες με την απορρόφηση άνθρακα κατά την φωτοσύνθεση).
- Η ανακύκλωση οργανικών αποβλήτων και απορριμμάτων ελαχιστοποιεί την υποβάθμιση, λόγω ρύπανσης, περιοχών εναπόθεσης και ταφής.
- Τα στερεά καύσιμα από βιομάζα παράγουν λιγότερη τέφρα από ότι τα ορυκτά στερεά καύσιμα, και επί πλέον αξιοποιήσιμη στην λίπανση αγρών, ελαχιστοποιώντας τις δαπάνες και τα προβλήματα της αποκομιδής.
- Οι πολυετείς ενεργειακές καλλιέργειες (π.χ. καλάμι, μίσχανθος, δασικά είδη) παρουσιάζουν σαφών λιγότερα περιβαλλοντικά προβλήματα από ότι οι ετήσιες καλλιέργειες, καθ' όσον απαιτούν λιγότερα λιπάσματα, ζιζανιοκτόνα και γεωργικά φάρμακα γενικά, και επί πλέον λόγω της μόνιμης βλάστησης τους συνεισφέρουν στην μείωση των διαβρώσεων,

και της έκπλυσης εδαφών, καθώς και στην προστασία της άγριας πανίδας.

- Με την αξιοποίηση του βιοαερίου σαν καύσιμο οι εκπομπές μεθανίου μετατρέπονται από ατμοσφαιρικοί ρύποι σε χρήσιμη ενέργεια.

Από τα συμπεράσματα του κεφαλαίου της ενεργειακής κατάστασης και του ενεργειακού μέλλοντος της Ε.Ε. είδαμε ότι η λευκή βίβλος θέτει συγκεκριμένους στόχους και πολιτικές για το θέμα της συμμετοχής των βιοκαυσίμων στην Ευρωπαϊκή ενεργειακή κατανάλωση, και πιο συγκεκριμένα δίνει τους παρακάτω στόχους για το θέμα αυτό.

Πίνακας 26. Μελλοντικοί χρήσης βιοενέργειας στόχοι στην Ε.Ε. - 25 (ετήσια χρήση σε μεγατόνους ισοδύναμου πετρελαίου - Mtoe)

	Έτος 2003	Στόχος λευκής βίβλου για το έτος 2010
Στερεή βιομάζα	49.2	100
Αέρια βιομάζα	3.22	15
Υγρά βιοκαύσιμα	1.49	20
Βιοντήζελ	1.22	-
Βιοαιθανόλη	0.27	-
Σύνολο	53.9	135

Τα παραπάνω στοιχεία σε συνδυασμό και με τους περιβαλλοντικούς και οικονομικούς στόχους που αφορούν την Ελλάδα και έχουν περιγραφεί παραπάνω προδιαγράφουν μια σαφή αύξηση της χρήσης των Α.Π.Ε. στην χώρα μας, και προφανώς μέσα στο σύνολο των Α.Π.Ε., μια εντονότερη είσοδο των ενεργειακών καλλιεργειών.

ΟΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ – ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ - ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Μέχρι σήμερα οι ενεργειακές καλλιέργειες στην Ελλάδα περιορίστηκαν σε ερευνητικά και δοκιμαστικά επίπεδα, και μέσα στα πλαίσια αυτά μελετήθηκαν τόσο σαν καλλιέργειες όσο και σαν εφαρμογές πολλές παραδοσιακές, όσο και νέες καλλιέργειες των λεγόμενων “ενεργειακών φυτών”.

Σαν ενεργειακά φυτά γενικά θεωρούνται διάφορα αυτοφυή η καλλιεργούμενα είδη, ετήσια και πολυετή, τα οποία παράγουν βιομάζα η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ενεργειακούς σκοπούς. Σ’αυτά ανήκουν κάποιες νέες αλλά και πολλές παραδοσιακές καλλιέργειες όπως οι παρακάτω.

ΕΤΗΣΙΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

Α. ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

Μαλακό σιτάρι	Triticum aestivum
Κριθάρι	Hordeum vulgaris

Αραβόσιτος	Zea mays
Ζαχαρότευτλα	Beta vulgaris
Ηλίανθος	Helianthus annuus

B. ΝΕΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

Βρασσική η αιθίοπια	(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 x giganteus)
Ψευδακακία	(Robinia pseudoacacia)
Switchgrass	(Panicum virgatum L.)

Η χρήση της βιομάζας των φυτών αυτών για ενεργειακούς σκοπούς εντοπίζεται στις παρακάτω κατευθύνσεις:

- Παραγωγή θερμότητας με καύση και κατ'επέκταση παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
- Παραγωγή καύσιμων οινόπνευμάτων μέσα από ζύμωση αμύλων και σακχάρων (βιοαιθανόλη)
- Παραγωγή καυσίμων υδρογονανθράκων (βιοντήζελ)

Τα αποκαλούμενα ενεργειακά φυτά πέρα από την χρήση τους στον χώρο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχουν και σωρεία άλλων χρήσεων όπως:

- Παραγωγή χαρτοπολτού
- Παραγωγή μονωτικών υλικών
- Παραγωγή υλικών πρόσδεσης (σχοινιά, κλπ)
- Παραγωγή μορισανίδων

Στη χώρα μας άρχισαν την εμφάνιση τους πριν από δεκαπέντε περίπου χρόνια. Στο διάστημα που μεσολάβησε μέχρι σήμερα και μέσα στα γενικότερα πλαίσια της προσπάθειας της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την προώθηση της χρήσης ενέργειας που παράγεται από βιομάζα, καλλιεργήθηκαν σε διαφορετικές περιοχές της χώρας διάφορα είδη ενεργειακών φυτών, προκειμένου να μελετηθεί η ανάπτυξη, η προσαρμοστικότητα και οι αποδόσεις τους σε βιομάζα, κάτω από διαφορετικές καλλιεργητικές συνθήκες.

Τα τελευταία χρόνια, μετά την εγκατάσταση και λειτουργία μονάδων παραγωγής βιοντήζελ, άρχισε η συστηματική καλλιέργεια, με συμβολαϊκή μορφή, κάποιων ελαιούχων φυτών, όπως η ελαιοκράμβη και ο ηλίανθος. Αυτού του είδους η καλλιέργεια αναμένεται να μεγαλώνει συνεχώς διότι από τη μια μεριά δεν έχει καλυφθεί ακόμη η ζήτηση των υφιστάμενων μονάδων

βιοντήζελ, και από την άλλη έχει προγραμματισθεί η δημιουργία και νέων μονάδων.

Η αύξηση αυτή των ενεργειακών καλλιεργειών θα γίνει ακόμα πιο έντονη μετά την νομοθέτηση της συμμετοχής και της βιοαιθανόλης στα καύσιμα κίνησης των αυτοκινήτων και την εμπλοκή της πρώην βιομηχανίας ζάχαρης στην παραγωγή της, πράγμα που θα σημάνει την θεαματική άνοδο της καλλιέργειας αμυλούχων και σακχαρούχων φυτών.

Πέρα από τα ανωτέρω, μια μελλοντική στήριξη κοινόχρηστων συστημάτων κεντρικής θέρμανσης με βάση τα στερεά βιοκαύσιμα (pellets), θα δώσει μια περαιτέρω ώθηση στις ενεργειακές καλλιέργειες για την παραγωγή στερεών καυσίμων, όπως τα δασικά φυτά μικρού περιόδου χρόνου, το κενάφ, η αγριοακινάρα, κ.α.

Η Ελλάδα, παρά την μικρή της έκταση και το μικρό ποσοστό καλλιεργήσιμης γης, παρουσιάζει, όπως φαίνεται στο παρακάτω απόσπασμα προηγούμενου πίνακα, σε σύγκριση με τον Ευρωπαϊκό μέσο όρο, (0,41 εκτάρια), υψηλή κατά κεφαλή έκταση γεωργικής γης (0,77 εκτάρια για την Ελλάδα).

Πίνακας 27. 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)
E.E. – 27	433,1	196,6	113,5	26	0,41
Ελλάδα	13,2	8,4	2,7 (27 εκατομμύρια Στρέμματα)	20	0,77

Πηγή: FAO data base (2003)

- Λαμβάνοντας υπ' όψιν την παραπάνω παρατήρηση σε συνδυασμό με την επιδίωξη της E.E. – 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 15^{ου} Ευρωπαϊκού συνεδρίου για την βιομάζα περίπου το 60% της καλλιεργήσιμης γης της E.E. 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:

- 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

Στις διαθέσιμες αυτές Ελληνικές εκτάσεις θα μπορούσαν να καλλιεργηθούν πολλά από τα φυτά που ήδη αναφέρθηκαν, για πολλά από τα οποία η τεχνική καλλιέργειας και οι αποδόσεις είναι ήδη γνωστές στους Έλληνες γεωργούς. Για αυτά τα οποία θεωρούνται σαν νέα, η καλλιέργεια, οι αποδόσεις και οι χρήσεις περιγράφονται με περισσότερες λεπτομέρειες παρακάτω.

Ετήσιες ενεργειακές καλλιέργειες

Βρασσική η αιθίοπια (*Brassica carinata*)

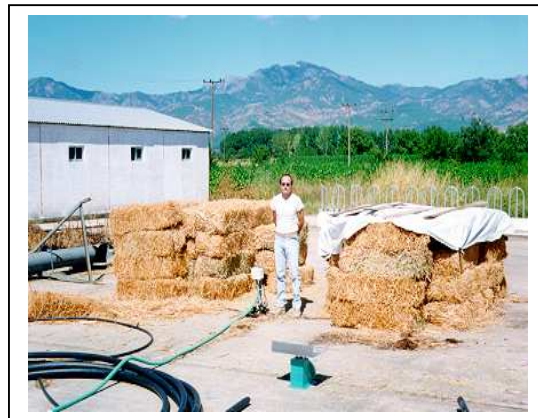
Η Βρασσική η αιθίοπια είναι φυτό συγγενές με την ελαιοκράμβη, που προήλθε από τη διασταύρωση μεταξύ των ειδών *Brassica nigra* και *Brassica oleracea*. Είναι ποώδες φυτό της οικογένειας των Σταυρανθών (*Cruciferae*), που προσαρμόζεται καλά στο μεσογειακό κλίμα.

Η αξιοποίηση του για ενεργειακούς σκοπούς (στερεό βιοκαύσιμο, βιοντήζελ, καύσιμη βιομάζα) παρουσιάζει ενδιαφέρον για χώρες που χαρακτηρίζονται από ξηρικές κλιματικές συνθήκες όπως οι Μεσογειακές.

Η Βρασσική η αιθίοπια παρουσιάζει πολύ ενδιαφέροντα αγρονομικά χαρακτηριστικά όπως:

- καρπούς που δεν ανοίγουν κατά την ωρίμανση (με δεδομένο ότι η συγκομιδή γίνεται σε ξηρές συνθήκες είναι πολύ σημαντικό)
- υψηλή ανθεκτικότητα στις περισσότερες ασθένειες του είδους
- μειωμένες απαιτήσεις σε λίπανση
- μεγάλη αντοχή στην ξηρασία, λόγω του πολύ καλά αναπτυγμένου ριζικού συστήματος που διαθέτει.

Ανθοφορία και συγκομισμένη βιομάζα της *Brassica carinata*



ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ – ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ – ΧΡΗΣΕΙΣ

Τρόπος πολλαπλασιασμού	Σπόρος
Προετοιμασία αγρού	Παρόμοια με αυτή των σιτηρών
Εποχή σποράς	Χειμερινή: Σεπτέμβριος-Δεκέμβριος Εαρινή: Μάρτιος-Απρίλιος
Ζιζανιοκτονία	Δυνατότητα προφυτρωτικής και μεταφυτρωτικής με εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα
Μηχανήματα σποράς	Σπαρτική σίτου με κλειστές τις μισές θυρίδες Σπαρτική τεύτλων
Αποστάσεις σποράς	40-50 εκατοστά μεταξύ των γραμμών 10-20 εκατοστά επί της γραμμής
Πληθυσμός φυτών	Μέχρι και 13.000 φυτά /στρέμμα
Άρδευση	0-500 χιλιοστά ανάλογα με τις βροχοπτώσεις άνοιξης - θέρους
Λίπανση	Αζωτούχο 3-10 χιλγ. αζώτου/στρέμμα Ανάλογα με την γονιμότητα του αγρού και την προηγούμενη καλλιέργεια

Ανάπτυξη φυτού	Ύψος φυτών 0,5 – 2 μέτρα
Αποδόσεις σε βιομάζα	300-800 χλγ./ στρέμμα (χλωρή)
Αποδόσεις σε καρπό	120-300 χλγ. / στρέμμα
Χρήσεις	Καρπός: Βιοντήζελ Άχυρο – βιομάζα: καύσιμο θέρμανσης
Δαπάνες εγκατάστασης	Παρόμοιες με αυτές των χειμερινών σιτηρών
Ποικιλίες που δοκιμάστηκαν	BRK – 81, BRK– 85, BRK-13, BRK-155, BRK-95, BRK-131, BRK-99, BRK-159, BRK-60, BRK-99 και BRK-81

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, βιοντήζελ, 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 βρασσική και καλλιεργείται σαν χειμερινή με μεγάλη ασφάλεια. Παρουσιάζει έναντι της βρασσικής μεγαλύτερες απαιτήσεις σε υγρασία

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ – ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ – ΧΡΗΣΕΙΣ

Τρόπος πολλαπλασιασμού	Σπόρος
Προετοιμασία αγρού	Παρόμοια με αυτή των σιτηρών
Εποχή σποράς	Χειμερινή: Σεπτέμβριος-Δεκέμβριος Εαρινή: Μάρτιος-Απρίλιος
Ζιζανιοκτονία	Δυνατότητα προφυτρωτικής και μεταφυτρωτικής με εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα
Μηχανήματα σποράς	Σπαρτική σίτου με κλειστές τις μισές θυρίδες Σπαρτική τεύτλων
Αποστάσεις σποράς	40-50 εκατοστά μεταξύ των γραμμών 10-20 εκατοστά επί της γραμμής
Πληθυσμός φυτών	Μέχρι και 13.000 φυτά /στρέμμα
Άρδευση	300-600 χιλιοστά ανάλογα με τις βροχοπτώσεις άνοιξης - θέρους
Λίπανση	Αζωτούχο 3-10 χλγ. αζώτου/στρέμμα Ανάλογα με την γονιμότητα του αγρού και την προηγούμενη καλλιέργεια

Ανάπτυξη φυτού	Ύψος φυτών 0,5 – 2 μέτρα
Αποδόσεις σε βιομάζα	300-800 χλγ./ στέμμα (χλωρή)
Αποδόσεις σε καρπό	120-300 χλγ. / στρέμμα
Χρήσεις	Καρπός: Βιοντήζελ Άχυρο – βιομάζα: καύσιμο θέρμανσης
Δαπάνες εγκατάστασης	Παρόμοιες με αυτές των χειμερινών σιτηρών
Ποικιλίες που δοκιμάσθηκαν	Libravo, Karat, Kabel και Kreta

Σακχαρούχο σόργο (*Sorghum bicolor*)

Είναι ετήσιο ανοιξιότιμο 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.

Παρουσιάζει ωστόσο τα εξής μειονεκτήματα:

- είναι ευαίσθητο στο πλάγιασμα σε περιοχές που χαρακτηρίζονται από ισχυρούς ανέμους (πολύ συχνό φαινόμενο στη Νότια Ευρώπη), αν και αυτό το πρόβλημα μπορεί να αντιμετωπιστεί με τη γενετική βελτίωση και την εφαρμογή κατάλληλων καλλιεργητικών πρακτικών,
- προσβάλλεται έντονα από το έντομο σεζάμια, πράγμα που εντείνει ακόμα περισσότερο τα φαινόμενα πλαγιασίματος,
- η περίοδος επεξεργασίας του για παραγωγή βιοαιθανόλης είναι πολύ μικρή, μόλις δύο μήνες,
- η περίοδος αποθήκευσης του και η συντήρηση του από την συγκομιδή μέχρι και την επεξεργασία είναι επίσης πολύ μικρή,
- για την εκμηχάνιση της συγκομιδής απαιτείται ειδικός μηχανολογικός εξοπλισμός (για το διαχωρισμό των φύλλων από τα στελέχη). Προφανώς θα μπορούσε να συγκομισθεί μαζί με τα φύλλα αλλά αυτό θα μεγάλωνε τον προς επεξεργασία όγκο χωρίς ουσιαστικά να αυξάνει το παραγόμενο προϊόν, την βιοαιθανόλη.

Φυτεία σακχαρούχου σόργου

{ SHAPE * MERGEFORMAT }

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ – ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ – ΧΡΗΣΕΙΣ

Τρόπος πολλαπλασιασμού	Σπόρος
Προετοιμασία αγρού	Παρόμοια με αυτή του αραβόσιτου
Εποχή σποράς	Εαρινή: Απρίλιος – Μάιος (θερμοκρασία εδάφους >15° C)
Ζιζανιοκτονία	Δυνατότητα προσπαρτικής, προφυτρωτικής και μεταφυτρωτικής με εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα (παρόμοια με αυτήν του αραβόσιτου)
Μηχανήματα σποράς	Σπαρτική αραβόσιτου
Αποστάσεις σποράς	70 εκατοστά μεταξύ των γραμμών 8-18 εκατοστά επί της γραμμής
Πληθυσμός φυτών	7.000-15.000 φυτά /στρέμμα
Άρδευση	300-750 χιλιοστά ανάλογα με τις βροχοπτώσεις άνοιξης - θέρους
Λίπανση	Αζωτούχο 4-10 χλγ. αζώτου/στρέμμα Ανάλογα με την γονιμότητα του αγρού και την προηγούμενη καλλιέργεια
Ανάπτυξη φυτού	Ύψος φυτών 3,5 – 4 μέτρα
Αποδόσεις σε βιομάζα	10-12 τόνοι / στέμμα (χλωρή) 2-4 τόνοι / στέμμα (ξηρή)
Χρήσεις	Στελέχη: Βιοαιθανόλη Υπολείμματα: καύσιμο θέρμανσης
Δαπάνες εγκατάστασης	Παρόμοιες με αυτές του αραβόσιτου
Ποικιλίες που δοκιμάσθηκαν	Keller, Cowley, MN-1500, Wray, Theis, Sofra, Dale, Korall

Ινώδες σόργο (Fiber sorghum)

Πρόκειται ουσιαστικά για υβρίδιο που προήλθε από τη διασταύρωση δύο ειδών σόργου (καρποδοτικού και σαρωθροποιίας).

Είναι ετήσιο 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.

Ορισμένα υβρίδια έχουν δώσει εξαιρετικά αποτελέσματα στις Μεσογειακές κλιματικές συνθήκες.

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 περιεκτικότητά του σε κυταρίνες και ημικυταρίνες (λιγνοκυταρινούχες ενώσεις), που υδρολύονται σε ζυμώσιμα σάκχαρα.

Καρποφορία του σόργου



ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ – ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ – ΧΡΗΣΕΙΣ

Τρόπος πολλαπλασιασμού	Σπόρος
Προετοιμασία αγρού	Παρόμοια με αυτή του αραβόσιτου
Εποχή σποράς	Εαρινή: Απρίλιος – Μάιος (θερμοκρασία εδάφους >15° C)
Ζιζανιοκτονία	Δυνατότητα προσπαρτικής, προφυτρωτικής και μεταφυτρωτικής με εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα (παρόμοια με αυτήν του αραβόσιτου)
Μηχανήματα σποράς	Σπαρτική αραβόσιτου
Αποστάσεις σποράς	70 εκατοστά μεταξύ των γραμμών 8-18 εκατοστά επί της γραμμής
Πληθυσμός φυτών	7.000-15.000 φυτά /στρέμμα
Άρδευση	200-550 χιλιοστά ανάλογα με τις βροχοπτώσεις άνοιξης - θέρους
Λίπανση	Αζωτούχο 3-10 χιλγ. αζώτου/στρέμμα Ανάλογα με την γονιμότητα του αγρού και την προηγούμενη καλλιέργεια
Ανάπτυξη φυτού	Ύψος φυτών 3,5 – 4 μέτρα
Αποδόσεις σε βιομάζα	10-12 τόνοι / στέμμα (χλωρή) 2-4 τόνοι / στέμμα (ξηρή)
Χρήσεις	Στελέχη: Βιοαιθανόλη Υπολείμματα: καύσιμο θέρμανσης

Δαπάνες εγκατάστασης	Παρόμοιες με αυτές του αραβόσιπου
Ποικιλίες που δοκιμάστηκαν	ABF 306, H 132, H 130, H 58, H 173, H 202

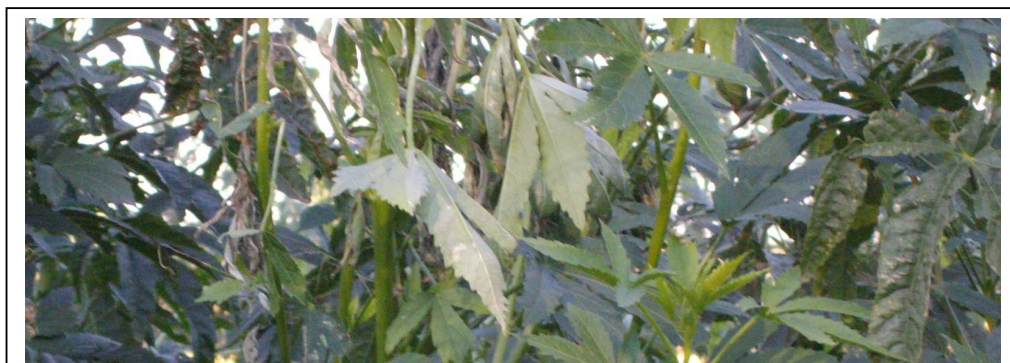
Κενάφ (Hibiscus cannabinus L.)

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:

- εύκολη εγκατάσταση (μηχανική σπορά με συνήθεις πνευματικές σπαρτικές μηχανές)
- Προσαρμοστικότητα σε ποικιλία εδαφών
- δυνατότητα μηχανικής συγκομιδής με συνήθη σιροκοπτικά μηχανήματα
- υψηλές αποδόσεις σε βιομάζα.
- Ταυτόχρονα όμως παρουσιάζει και κάποιες ιδιαιτερότητες όπως:
- υψηλές απαιτήσεις σε άρδευση προκειμένου να επιτευχθούν υψηλές αποδόσεις σε βιομάζα.
- Οι ποικιλίες υψηλών αποδόσεων, που είναι συνήθως μεγάλου βιολογικού κύκλου, δεν παράγουν εύκολα σπόρο, ιδιαίτερα στις συνθήκες της χώρας μας.
- Η καλλιέργεια δεν μπορεί να ανταγωνιστεί τα ζιζάνια κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών με συνέπεια να απαιτεί επιμελημένη ζιζανιοκτονία.

Καλλιέργεια κενάφ σε πλήρη ανάπτυξη

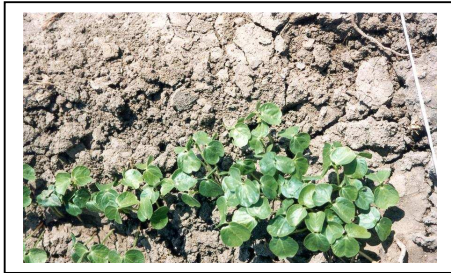


ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ – ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ – ΧΡΗΣΕΙΣ

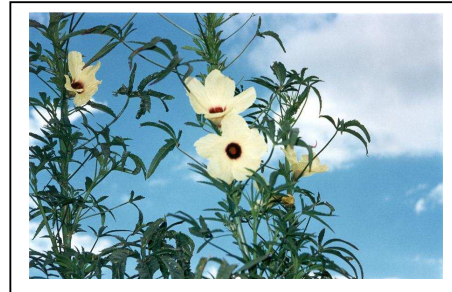
Τρόπος πολλαπλασιασμού	Σπόρος
Προετοιμασία αγρού	Παρόμοια με αυτή του βαμβακιού
Εποχή σποράς	Εαρινή: Απρίλιος – Μάιος (θερμοκρασία εδάφους >15° C)
Ζιζανιοκτονία	Δυνατότητα προσπαρτικής, προφυτρωτικής και μεταφυτρωτικής με εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα (παρόμοια με αυτήν του βαμβακιού)
Μηχανήματα σποράς	Σπαρτική τεύτλων
Αποστάσεις σποράς	50 εκατοστά μεταξύ των γραμμών 8-15 εκατοστά επί της γραμμής
Πληθυσμός φυτών	17.000-32.000 φυτά /στρέμμα
Άρδευση	200-600 χιλιοστά ανάλογα με τις βροχοπτώσεις άνοιξης - θέρους
Λίπανση	Αζωτούχο 6-10 χιλγ. αζώτου/στρέμμα Ανάλογα με την γονιμότητα του αγρού και την προηγούμενη καλλιέργεια
Ανάπτυξη φυτού	Ύψος φυτών 3,5 – 4 μέτρα
Αποδόσεις σε βιομάζα	7-10 τόνοι / στέμμα (χλωρή) 2-4 τόνοι / στέμμα (ξηρή)
Χρήσεις	Στελέχη: καύσιμο θέρμανσης Χαρτοπολτός, μονωτικά υλικά, μοριοσανίδες

Δαπάνες εγκατάστασης	Παρόμοιες με αυτές του βαμβακιού
Ποικιλίες που δοκιμάστηκαν	Everglades 41, Mal - 1 και Tainung 2

Κενάφ μετά το φύτευμα



Ανθοφορία κενάφ



Αγρός κενάφ αμέσως μετά την σπορά



Σπορά κενάφ με δωδεκάσειρη πνευματική σπαρτική



Κενάφ έτοιμο για συγκομιδή μετά την φυλλόπτωση



Πολυετείς καλλιέργειες
Αγριαγκινάρα (*Cynara cardunculus* L.)

Είναι πολυετές φυτό που καλλιεργείται εδώ και πολλά χρόνια σε αρκετές περιοχές της Μεσογείου, για ανθρώπινη κατανάλωση. Αποτελεί ένα 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 και

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



Τρόπος πολλαπλασιασμού	Σπόρος
Προετοιμασία αγρού	Παρόμοια με αυτή των σιτηρών
Εποχή σποράς	Χειμερινή: Σεπτέμβριος - Νοέμβριος
Ζιζανιοκτονία	Δυνατότητα προφυτρωτικής και μεταφυτρωτικής με εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα
Μηχανήματα σποράς	Σπαρτική αραβοσίτου - βαμβακιού
Αποστάσεις σποράς	70-90 εκατοστά μεταξύ των γραμμών 40-50 εκατοστά επί της γραμμής
Πληθυσμός φυτών	2.500-4.000 φυτά /στρέμμα
Άρδευση	Ξηρική
Λίπανση	Αζωτούχο 4-8 χιλ. αζώτου/στρέμμα Ανάλογα με την γονιμότητα του αγρού και την προηγούμενη καλλιέργεια
Ανάπτυξη φυτού	Ύψος φυτών 2,5-3,0 μέτρα
Αποδόσεις σε βιομάζα	<u>1ο έτος</u> : 2,5-4,8 τόνοι / στρέμμα (χλωρή), 1,7-3,1 τόνοι / στρέμμα (ξηρή)
Χρήσεις	Στελέχη: Καύσιμο θέρμανσης, χαρτοπολτό. Καρποί: Βιοντήζελ

Δαπάνες εγκατάστασης	Παρόμοιες με αυτές των σιτηρών
Ποικιλίες που δοκιμάσθηκαν	Τοπικές αταξινόμητες Ελληνικές ποικιλίες

Ευκάλυπτος (Eucalyptus globules/camaldulensis)

Είναι αείφυλλο 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, και 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

Μηχανική φύτευση δενδρυλλίων ευκαλύπτου



ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ – ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ – ΧΡΗΣΕΙΣ

Τρόπος πολλαπλασιασμού	Μοσχεύματα άρριζα η ριζοβολημένα, μονοετή δενδρύλια
Προετοιμασία αγρού	Παρόμοια με αυτή των ανοιξιάτικων καλλιεργειών
Εποχή εγκατάστασης	Νωρίς την άνοιξη
Ζιζανιοκτονία	Δυνατότητα εφαρμογής ζιζανιοκτόνων πριν την φυτεία καθώς και σε φυτρωμένα ζιζάνια μετά από αυτήν
Τρόπος φυτείας	Με το χέρι η με αυστηρά εξειδικευμένα μηχανήματα
Αποστάσεις σποράς	1,2-1.8 μ. μεταξύ των γραμμών, 30-60 εκατοστά επί της γραμμής
Πληθυσμός φυτών	1.250-3.500 φυτά /στρέμμα
Άρδευση	300-750 χιλιοστά ανάλογα με τις βροχοπτώσεις άνοιξης - θέρους
Λίπανση	Αζωτούχο 4-10 χλγ. αζώτου/στρέμμα Ανάλογα με την γονιμότητα του αγρού και την προηγούμενη καλλιέργεια
Περίτροπος χρόνος συγκομιδής	2-3 έτη

Ανάπτυξη φυτού	Ύψος φυτών: 1ος κύκλος: 4,2 μέτρα 2ος κύκλος: 4,7 μέτρα 3ος κύκλος: 4,9 μέτρα
Αποδόσεις σε βιομάζα	1ος κύκλος: 5,04-6,40 τόνοι / στέμμα (χλωρή) 2,56-3,23 τόνοι / στέμμα (ξηρή) 2ος κύκλος: 5,70-5,79 τόνοι / στέμμα (χλωρή) 2,42-2,67 τόνοι / στέμμα (ξηρή) 3ος κύκλος: 8,71-10,2 τόνοι / στέμμα (χλωρή) 3,52-4,06 τόνοι / στέμμα (ξηρή)
Χρήσεις	Καύσιμο θέρμανσης, χαρτοπολτός, μοριοσανίδες
Δαπάνες εγκατάστασης	Παρόμοιες με αυτές εγκατάστασης δενδρώδους καλλιέργειας
Ποικιλίες που δοκιμάστηκαν	<i>Eucalyptus globules</i> , <i>Eucalyptus camaldulensis</i>

Μηχανική φύτευση δενδρυλλίων ευκαλύπτου



Καλάμι (Arundo donax)

Είναι πολυετές 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.
Το σοβαρότερο μειονέκτημα που παρουσιάζει η καλλιέργεια είναι το πολύ υψηλό κόστος της αρχικής εγκατάστασης, λόγω του πολλαπλασιασμού με ριζώματα, των οποίων η συλλογή γίνεται με εξόρυξη και η όλη διαδικασία απαιτεί υψηλή συμμετοχή μηχανικής και ανθρώπινης εργασίας.

Φυτεία καλαμιού

{ SHAPE * MERGEFORMAT }

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ – ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ – ΧΡΗΣΕΙΣ

Τρόπος πολλαπλασιασμού	Ριζώματα
Προετοιμασία αγρού	Παρόμοια με αυτή των ανοιξιότικων καλλιεργειών
Εποχή εγκατάστασης	Χειμώνα η νωρίς την άνοιξη
Ζιζανιοκτονία	Δυνατότητα εφαρμογής ζιζανιοκτόνων καταπολέμησης πλατύφυλλων πριν την φυτεία καθώς και σε φυτρωμένα πλατύφυλλα ζιζάνια μετά από αυτήν
Τρόπος φυτείας	Με το χέρι σε συνδυασμό με μηχανήματα
Αποστάσεις σποράς	1,2 – 1,6 μ. μεταξύ των γραμμών, 0,40-0,50 μ. επί της γραμμής
Πληθυσμός φυτών	1.250-2.500 φυτά /στρέμμα τα οποία πολύ γρήγορα αδελφώνουν
Άρδευση	Ξηρική
Λίπανση	Αζωτούχο 3-6 χλγ. αζώτου/στρέμμα κατά την εγκατάσταση και κάθε επόμενο έτος
Ανάπτυξη φυτού	Ύψος φυτών: 1ο έτος 4,2-4,6 μέτρα 2ο έτος 5,2-5,8 μέτρα
Αποδόσεις σε βιομάζα	Από το δεύτερο έτος: 5,6-5,8 τόνοι / στέμμα (χλωρή) 3,0-3,14 τόνοι / στέμμα (ξηρή)
Χρήσεις	Καύσιμο θέρμανσης
Δαπάνες εγκατάστασης	Παρόμοιες με αυτές εγκατάστασης δενδρώδους καλλιέργειας
Ποικιλίες που δοκιμάσθηκαν	Αταξινόμητες Ελληνικές ποικιλίες

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.

Φυτείες μίσχανθου

{ SHAPE * MERGEFORMAT }



ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ – ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ – ΧΡΗΣΕΙΣ

Τρόπος πολλαπλασιασμού	Ριζώματα
Προετοιμασία αγρού	Παρόμοια με αυτή των ανοιξιότικων καλλιεργειών

Εποχή εγκατάστασης	Χειμώνα η νωρίς την άνοιξη
Ζιζανιοκτονία	Δυνατότητα εφαρμογής ζιζανιοκτόνων καταπολέμησης πλατύφυλλων πριν την φυτεία καθώς και σε φυτρωμένα πλατύφυλλα ζιζάνια μετά από αυτήν
Τρόπος φυτείας	Με το χέρι σε συνδυασμό με μηχανήματα
Αποστάσεις σποράς	0,6 – 0,8 μ. μεταξύ των γραμμών, 50-60 εκατοστά επί της γραμμής
Πληθυσμός φυτών	2.250-3.500 φυτά /στρέμμα τα οποία πολύ γρήγορα αδελφώνουν
Άρδευση	300-500 χιλ. ανάλογα με τις βροχοπτώσεις
Λίπανση	Αζωτούχο 3-6 χιλγ. αζώτου/στρέμμα κατά την εγκατάσταση και κάθε επόμενο έτος
Ανάπτυξη φυτού	3,0-3,21 μέτρα
Αποδόσεις σε βιομάζα	Από το πρώτο έτος: 3,6- 4,6 τόνοι / στέμμα (χλωρή) 2,6 - 3,2 τόνοι / στέμμα (ξηρή)
Χρήσεις	Καύσιμο θέρμανσης, χαρτοπολτός, μονωτικά υλικά
Δαπάνες εγκατάστασης	Παρόμοιες με αυτές εγκατάστασης δενδρώδους καλλιέργειας
Ποικιλίες που δοκιμάστηκαν	Αταξινόμητες ποικιλίες

Ψευδακακία (Robinia pseudoacacia)

Είναι ενδημικό είδος της βορείου Αφρικής, ευρέως διαδεδομένο ως καλλωπιστικό φυτό και είναι το 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 αξιολογα πλεονεκτήματα όπως:

- Ταχύτατη ανάπτυξη και μάλιστα σε μεγάλη ποικιλία εδαφικών συνθηκών.
- Εμφάνιση πλούσιας πρεμνοβλάστησης μετά την κοπή.
- Υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο.
- Καλή δυνατότητα καύσης.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ – ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ – ΧΡΗΣΕΙΣ

Τρόπος πολλαπλασιασμού	Μοσχεύματα άρριζα η ριζοβολημένα, μονοετή δενδρύλια
Προετοιμασία αγρού	Παρόμοια με αυτή των ανοιξιάτικων καλλιεργειών
Εποχή εγκατάστασης	Νωρίς την άνοιξη
Ζιζανιοκτονία	Δυνατότητα εφαρμογής ζιζανιοκτόνων πριν την φυτεία καθώς και σε φυτρωμένα ζιζάνια μετά από αυτήν
Τρόπος φυτείας	Με το χέρι η με αυστηρά εξειδικευμένα μηχανήματα
Αποστάσεις σποράς	0,8-1,2 μ. μεταξύ των γραμμών, 40-50 εκατοστά επί της γραμμής
Πληθυσμός φυτών	1.200-2.000 φυτά /στρέμμα
Άρδευση	Ξηρική
Λίπανση	Αζωτούχο 4-6 χλγ. αζώτου/στρέμμα κατά τον πρώτο κύκλο
Περίτροπος χρόνος συγκομιδής	2-3 έτη
Ανάπτυξη φυτού	Ύψος φυτών: 1ος κύκλος 3,2 μέτρα 2ος κύκλος 3,8 μέτρα 3ος κύκλος 4,0 μ
Αποδόσεις σε βιομάζα	1ος κύκλος: 2,56-3,23 τόνοι / στέμμα (ξηρή) 2ος κύκλος: 2,42-2,67 τόνοι / στέμμα (ξηρή) 3ος κύκλος 3,52-4,06 τόνοι / στέμμα (ξηρή)
Χρήσεις	Καύσιμο θέρμανσης, χαρτοπολτός, μορισσανίδες
Δαπάνες εγκατάστασης	Παρόμοιες με αυτές εγκατάστασης δενδρώδους καλλιέργειας
Ποικιλίες που δοκιμάσθηκαν	Αταξινόμητες ποικιλίες

Switchgrass (Panicum virgatum L.)

Είναι πολυετές φυτό, της οικογένειας των αγρωστωδών γνωστό στον Καναδά και τις ΗΠΑ σαν χορτοδοτικό φυτό.

Τα τελευταία χρόνια παρουσιάζει ενδιαφέρον και ως ενεργειακό φυτό και 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.
- Παροχή άριστης προστασίας από τη διάβρωση.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ – ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ – ΧΡΗΣΕΙΣ

Τρόπος πολλαπλασιασμού	Σπόρος
Προετοιμασία αγρού	Παρόμοια με αυτή των ανοιξιότικων καλλιεργειών
Εποχή εγκατάστασης	Μάϊος
Ζιζανιοκτονία	Δυνατότητα εφαρμογής ζιζανιοκτόνων καταπολέμησης πλατύφυλλων πριν την σπορά καθώς και σε φυτρωμένα πλατύφυλλα ζιζάνια μετά από αυτήν
Τρόπος εγκατάστασης	Σπαρτική τεύτλων
Αποστάσεις σποράς	0,4 μ. μεταξύ των γραμμών, 15-20 εκατοστά επί της γραμμής
Πληθυσμός φυτών	15.000-20.000 φυτά /στρέμμα
Άρδευση	200-300 χιλ. ανάλογα με τις βροχοπτώσεις
Λίπανση	Αζωτούχο 3-6 χιλ. αζώτου/στρέμμα κατά την εγκατάσταση και κάθε επόμενο έτος
Ανάπτυξη φυτού	0,9-2,5 μέτρα
Αποδόσεις σε βιομάζα	Από το πρώτο έτος: 0,7-1,4 τόνοι / στέμμα (χλωρή) 0,67-1,32 τόνοι / στέμμα (ξηρή)
Χρήσεις	Καύσιμο θέρμανσης, χαρτοπολτός, μονωτικά υλικά
Δαπάνες εγκατάστασης	Παρόμοιες με αυτές των χειμερινών σιτηρών
Ποικιλίες που δοκιμάστηκαν	Alamo, Blackwell, CIR, Kanlow, Pangburn

Βιβλιογραφία

1. Aid for energy crops: The Directorate-General for Agriculture and Rural Development of the European Commission.
2. BP statistical Review of World Energy, June 2001. Shell International's Exploring the Energy Scenarios to 2050. Harts E&P January 2000.
3. BP statistical Review of World Energy, June 2003,pp 38,6 18.
4. Ενεργειακή Αξιοποίηση Βιομάζας: Δεκέμβριος 2007, Τμήμα Μηχανικών Διαχείρισης Ενεργειακών Πόρων, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Πτολεμαΐδα.
5. Energy, transport and environment indicators: Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2004, ISSN 1725-4566, ISBN 92-894-7529-3, European Communities, 2004.
6. ENERGY CROP POTENTIALS FOR BIOENERGY IN EU-27: Jens Bo Holm Nielsen, Piotr Oleskowicz-Popiel, Teodorita Al Seadi. 15th European Biomass Conference & Exhibition From Research to Market Deployment. Berlin, Germany 7-11 May 2007.
7. Euroobserver, 2004, BTG, 2004
8. EU-25 Agricultural Situation, EU Energy Crop Premium to be Extended to all Member States, 2006. Karin Bendz, GAIN Report Number: E36129.
9. John D. Edwards, Twenty First Century Energy: Transition from Fossil Fuels to Renewable, non-Polluting Energy Sources (Summit on US Energy Policy, Washington DC, 23 April 2001).
10. IEA, World Energy Outlook 2000: Mamdouh G. Salameh, Anatomy of an Impending Third Oil Crisis, 24th Annual IAEE International Conf. 25-27 April 2001, Houston, US.
11. Kenaf Booklet: Prepared in the framework of the BIOKENAF project, QLK5 CT 2001 01729
12. Λευκή Βίβλος 1997
13. ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΟΝ 21Ο ΑΙΩΝΑ: Φωκικανού Τερέζα Πρόεδρος FLOW ΑΕ (τ. Δ/νουσα Συμβ. ΔΕΠ-ΕΚΥ). Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας. Α.Π.Θ.
14. Petroleum Review, June 2001.
15. Petroleum Review, Sept.2002.

16. Petroleum Review, August 2002 - Energy Security in Europe, by Dr. Michael R. Smith. pp 24-26.
17. Renewable Energy Sources Statistics in the European Union, Data 1989 – 2000.
18. Το Ενεργειακό Μέλλον της Ελλάδος: Αύγουστος 2006. Κείμενο τεκμηρίωσης Νº 4, Ίδρυμα ΙΣΤΑΜΕ, Αθήνα.
19. UNFCCC, European Environment Agency / European Topic Centre on Air and Climate Change, Estimates in EU EIA's International Energy Outlook 2001.
20. FAO data base (2003).
21. World markets research center, Business Briefing ,The Oil & Gas Review 2003, a report by prof.M.J.Economidis pp 18-21.