

---

## ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ



## Πρόλογος

Η υποβάθμιση του περιβάλλοντος και η εξάντληση των συμβατικών, μη ανανεώσιμων καυσίμων αποτελεί ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα που αντιμετωπίζει σήμερα ο πλανήτης μας. Το θέμα αυτό βρίσκεται στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος Παγκόσμιων Οργανισμών, Κυβερνήσεων, Ερευνητικών Κέντρων, των ενδιαφερόμενων παραγωγών και χρηστών ενέργειας, αλλά και όλων των ενημερωμένων πολιτών.

Η αναζήτηση της απαραίτητης ενέργειας από τον άνθρωπο, η επάρκεια των αποθηκών/πηγών της, η βέβαιη και ταχεία εξάντληση μερικών από αυτές, οι βέλτιστοι τρόποι εκμετάλλευσης και εξοικονόμησής της, τα οικονομικά, κοινωνικά και ηθικά προβλήματα που δημιουργούνται από την ανισοβαρή, άλλοτε αλόγιστη και άλλοτε ανεπαρκή χρήση της, καθώς και η μεγάλη και αυξανόμενη τα τελευταία χρόνια επιβάρυνση του περιβάλλοντος από τους μηχανισμούς και τα συστήματα μετατροπής και μεταφοράς της ενέργειας, συνιστούν το «ενεργειακό/περιβαλλοντικό» πρόβλημα. Ένα από τα κρισιμότερα, σήμερα, προβλήματα του ανθρώπου.

Για τον λόγο αυτόν, έχει ξεκινήσει μια παγκόσμια προσπάθεια για τη μείωση αυτών των επιπτώσεων, με την ορθολογική χρήση της ενέργειας και την εφαρμογή τεχνολογιών εξοικονόμησής της. Επίσης, με στόχο την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων αυτών, προωθείται η εκμετάλλευση φιλικών προς το περιβάλλον (και τον άνθρωπο) Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), συμβάλλοντας έτσι καθοριστικά στην αειφόρο ανάπτυξη.

Αν και είναι γνωστό ότι η Ελλάδα είναι μια χώρα με συγκριτικά πλεονεκτήματα ως προς τις μορφές ΑΠΕ, εντούτοις, δεν παρουσιάζει ποσοστό αξιοποίησή τους σε ικανοποιητικό βαθμό. Μεταξύ των παραγόντων που συμβάλλουν στη μη επιθυμητή αξιοποίηση των ΑΠΕ, μπορεί να αναφερθεί και η άγνοια - καχυποψία για την περιβαλλοντική συμβατότητα των έργων και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που αυτά επιφέρουν.

Βέβαια, σε παγκόσμιο επίπεδο, γίνεται όλο και πιο έντονα αποδεκτό το γεγονός, ότι η αύξηση της χρήσης των ΑΠΕ συνδυάζεται και συνεισφέρει στη βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος και την αειφόρο ανάπτυξη, σε αντίθεση και πάντα σε σύγκριση με τα προβλήματα που προκαλούνται από την εξόρυξη και χρήση συμβατικών καυσίμων.



## Εισαγωγή

Στη Συνάντηση Κορυφής των ηγετών της Ε.Ε. της 8ης Μαρτίου 2007, το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο, λαμβάνοντας υπόψη την πρόταση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για μια «Ενεργειακή Πολιτική για την Ευρώπη», ενέκρινε ένα συνολικό ενεργειακό Σχέδιο Δράσης για την περίοδο 2007-2009. Πρόκειται, στην ουσία, για τη διατύπωση και υιοθέτηση (για πρώτη φορά στην ιστορία της Ε.Ε.) μιας κοινής ευρωπαϊκής πολιτικής για την ενέργεια.

Το Σχέδιο Δράσης αυτό υποδεικνύει τον τρόπο με τον οποίο θα μπορούσε να σημειωθεί σημαντική πρόοδος στην αποτελεσματική ολοκλήρωση και λειτουργία της εσωτερικής αγοράς της Ε.Ε., στους τομείς του φυσικού αερίου και της ηλεκτρικής ενέργειας. Ακόμα, εξετάζει τον διορισμό συντονιστών της Ε.Ε. για τέσσερα σχέδια προτεραιότητας ευρωπαϊκού ενδιαφέροντος. Τέλος, θίγει το καίριο ζήτημα της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού και της αντιμετώπισης ενδεχόμενων κρίσεων.

Στο επίκεντρο της νέας Ευρωπαϊκής Ενεργειακής Πολιτικής βρίσκεται ένας κύριος στρατηγικός ενεργειακός στόχος: η μείωση των εκπομπών των αερίων θερμοκηπίου της Ε.Ε. κατά 20% μέχρι το 2020, σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Για την επίτευξη του κεντρικού αυτού στρατηγικού στόχου, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προτείνει την παράλληλη επιδίωξη τριών σχετιζόμενων στόχων, με ορίζοντα το 2020: (α) βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά 20%, (β) αύξηση του ποσοστού διείσδυσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στο ενεργειακό μείγμα κατά 20% και (γ), αύξηση του ποσοστού των βιοκαυσίμων στις μεταφορές κατά 10%. Σημαντικότατο στοιχείο, που διαφοροποιεί το παρόν πλαίσιο από προγενέστερα, είναι το ότι **οι στόχοι για τις ΑΠΕ (20% διείσδυση μέχρι το 2020) και τα υγρά βιοκαύσιμα (10% αύξηση μέχρι το 2020) είναι δεσμευτικού χαρακτήρα**. Σημειώνεται ότι το 20% της διείσδυσης των ΑΠΕ αφορά στο σύνολο των ενεργειακών χρήσεων (ηλεκτρισμός, θερμότητα και μεταφορές) και, ως εκ τούτου, είναι ιδιαίτερα φιλόδοξος. Για την ηλεκτροπαραγωγή εκτιμάται ότι το επιθυμητό ποσοστό διείσδυσης θα ξεπεράσει το 30%. Ο στρατηγικός στόχος και τα συγκεκριμένα μέτρα για την υλοποίησή του, που περιγράφονται στο Σχέδιο Δράσης, αποτελούν τον πυρήνα της νέας Ευρωπαϊκής Ενεργειακής Πολιτικής.

Στις 23 Ιανουαρίου 2008, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, σε συνέχεια του Ευρωπαϊκού Σχεδίου Δράσης για την Ενέργεια, παρουσίασε δύο προτάσεις για νέες Οδηγίες, για τον περιορισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου την περίοδο 2013-2020 και για τις ΑΠΕ. Σχετικά με αυτές τις Οδηγίες, υπάρχουν επιμέρους προτάσεις για τις χώρες-μέλη. Για τις ΑΠΕ, η μέτρηση της διείσδυσης θα γίνει στην τελική κατανάλωση (και όχι στην πρωτογενή ενέργεια), όπου θα ισχύσει 20% διείσδυση σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Για την Ελλάδα, ο στόχος είναι 18% επί της τελικής κατανάλωσης ενέργειας για το 2020. Θα εκπονηθούν Εθνικά Σχέδια Δράσης από τις χώρες-μέλη και θα υπάρχουν ενδιάμεσοι έλεγχοι υλοποίησης του στόχου, το 2014, το 2016 και το 2018. Παράλληλα, εισάγεται ο θεσμός της εμπορίας πιστοποιητικών εγγύησης προέλευσης από ΑΠΕ, μεταξύ των χωρών-μελών.

Οι κύριοι άξονες της ενεργειακής πολιτικής στην Ελλάδα συνοψίζονται στα εξής:

- Ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού.
- Διαφοροποίηση ενεργειακών πηγών.
- Προστασία του περιβάλλοντος.
- Προώθηση της παραγωγικότητας και της ανταγωνιστικότητας, μέσω ενεργειακών επενδύσεων καθαρών ενεργειακών τεχνολογιών, εξασφαλίζοντας παράλληλα την περιφερειακή ανάπτυξη.

Σκοπός της παρούσας έκδοσης είναι:

- Η παρουσίαση των διαφόρων τεχνολογιών και των εφαρμογών τους.
- Η κωδικοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που συνδέονται με τη χρήση των ΑΠΕ, καθ' όλη τη διάρκεια ζωής τους, καθώς και με την ήπια ένταξή τους στο περιβάλλον - «περιβαλλοντική συμβατότητα».
- Η σύγκριση και αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των έργων ΑΠΕ για ηλεκτροπαραγωγή, με αντίστοιχα έργα συμβατικών καυσίμων.
- Η παράθεση τεχνικών οδηγιών και προδιαγραφών.



## **Υφιστάμενο Νομοθετικό Πλαίσιο**

Η εκπλήρωση του στόχου της Κοινοτικής Οδηγίας για την παραγωγή ηλεκτρισμού από ΑΠΕ (2001/77/EC) εξακολουθεί να είναι η μεγάλη πρόκληση της Ελλάδας, όσο αφορά στις ΑΠΕ. Σύμφωνα με αυτήν, η Ελλάδα καλείται να αυξήσει τη συμβολή των ΑΠΕ στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, στο επίπεδο του 20,1% το 2010 (συμπεριλαμβανομένης της συμβολής των μεγάλων υδροηλεκτρικών). Ο στόχος αυτός, αν και υψηλός, δεν είναι ανέφικτος και εκτιμάται ότι μπορεί να επιτευχθεί με κάποια μικρή χρονική καθυστέρηση. Ο δρόμος για την ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ στη χώρα μας άνοιξε ουσιαστικά με τον Ν.2244/94 και συνεχίστηκε με τον Ν.2773/99, που θέτει τους κανόνες για την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα και προβλέπει με ειδική διάταξη, ότι ο Διαχειριστής του Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας υποχρεούται να δίνει προτεραιότητα στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ. Επίσης, ο νόμος αυτός επαναφέρει την άδεια ίδρυσης σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, με τη μορφή της άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που εκδίδεται από τον Υπουργό Ανάπτυξης, μετά από γνωμάτευση της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (ΡΑΕ). Το ίδιο νομικό πλαίσιο (Ν.2244/94, Ν.2773/99) αφορά και στη Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ), ενώ ο Ν.3175/2003 καλύπτει τα θέματα δικτύων διανομής θερμότητας (τηλεθέρμανση).

Ιδιαίτερη σημασία έχει η ψήφιση του Ν.3468/2006 για τις ΑΠΕ και τη Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Αποδοτικότητας (ΣΗΘΥΑ). Ο στόχος του νόμου αυτού είναι η θέσπιση θεμελιωδών αρχών και η θεσμοθέτηση σύγχρονων οργάνων, διαδικασιών και μέσων άσκησης ενεργειακής πολιτικής, που προωθούν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και μονάδες ΣΗΘΥΑ. Στο πρώτο σκέλος του νόμου, επιδιώκεται η απλοποίηση και επιτάχυνση των διαδικασιών αδειοδότησης των εγκαταστάσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ. Το δεύτερο σκέλος του νόμου είναι χρηματοδοτικό εργαλείο υποστήριξης των ΑΠΕ και της ΣΗΘΥΑ, μέσω εγγυημένων τιμών αγοράς της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από τις τεχνολογίες αυτές.

Το νομικό πλαίσιο για τον ενεργειακό σχεδιασμό της χώρας ολοκληρώθηκε με την ψήφιση του Ν.3438/06, για τη σύσταση Συμβουλίου Εθνικής Ενέργειακής Στρατηγικής (Σ.Ε.Ε.Σ.), ως γνωμοδοτικό όργανο για τη χάραξη μιας μακροχρόνιας ενέργειακής πολιτικής.

Παράλληλα, εντός του 2008 αναμένεται να εγκριθεί και το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, το οποίο έχει ως στόχο τη διαμόρφωση πολιτικών χωροθέτησης των έργων ΑΠΕ, που θα επιτρέπουν αφενός τη δημιουργία βιώσιμων εγκαταστάσεων ΑΠΕ και αφετέρου την αρμονική ένταξή τους στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον. Ακόμα, θα προβλέπουν τη δημιουργία ενός αποτελεσματικού μηχανισμού χωροθέτησης των εγκαταστάσεων ΑΠΕ, ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι των εθνικών και ευρωπαϊκών πολιτικών.



## Περιγραφή της τεχνολογίας

Με τον όρο **βιομάζα** νοείται η ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή που προέρχεται από οργανική ύλη. Η βιομάζα, με την ευρύτερη έννοια του όρου, περιλαμβάνει οποιοδήποτε υλικό προέρχεται από ζωντανούς οργανισμούς. Ειδικότερα, η βιομάζα για ενεργειακούς σκοπούς περιλαμβάνει κάθε τύπο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή στερεών, υγρών ή/και αέριων καυσίμων.

Στην πράξη υπάρχουν δύο τύποι βιομάζας:

- Οι υπολειμματικές μορφές (τα κάθε είδους φυτικά υπολείμματα, τα ζωικά απόβλητα και τα απορρίμματα-λύματα).
- Η βιομάζα που παράγεται από ενεργειακές καλλιέργειες.

Οι υπολειμματικές μορφές βιομάζας διακρίνονται σε τέσσερεις κύριες κατηγορίες:

- Τα υπολείμματα που παραμένουν στον αγρό ή το δάσος μετά τη συγκομιδή του κύριου προϊόντος. Τέτοιοι είδους υπολείμματα είναι τα άχυρο σιτηρών, τα βαμβακοστελέχη, τα κλαδοδέματα, κ.ά..
- Τα υπολείμματα γεωργικών και δασικών βιομηχανιών, όπως ελαιοπυρήνες, υπολείμματα εκκοκκισμού, πριονίδια, κ.ά..
- Τις ενεργειακές καλλιέργειες, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιοενέργειας και βιοκαυσίμων και είναι είτε παραδοσιακές καλλιέργειες (ζαχαροκάλαμο και καλαμπόκι για βιοαιθανόλη, ηλίανθος για βιοντζέλ, λέσκα και πιά για παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, κ.λπ.), είτε φυτά που δεν καλλιεργούνται προς το παρόν εμπορικά, όπως ο μίσχανθος, η αγριαγκινάρα και το καλάμι.
- Το οργανικό κλάσμα των απορριμμάτων, βιομηχανικών λυμάτων και αστικών αποβλήτων.

Στην Ελλάδα, η ενεργειακά αξιοποίηση βιομάζα εμφανίζεται με τις εξής μορφές:

- Γεωργικά υπολείμματα αγρού, όπως άχυρο σιτηρών, υπολείμματα καλαμποκιού, κλαδοδέματα δενδρωδών καλλιεργειών, κ.ά..
- **Βιομάζα δασικής προέλευσης**, όπως το γλυκό σόργο, ο ευκάλυπτος, το καλάμι, η αγριαγκινάρα, κ.ά.. Συγκριτικά με τα γεωργικά και δασικά υπολείμματα, οι ενεργειακές καλλιέργειες έχουν το πλεονέκτημα της υψηλότερης παραγωγής ανά μονάδα επιφάνειας και την ευκολότερη συλλογή.
- Απόβλητα κηπυνοτροφίας (Ζωικά περιττώματα, εντόσθια, κ.ά.).
- Αγροτοβιομηχανικά απόβλητα, καθώς και απόβλητα των βιομηχανιών τροφίμων (ελαιοτριβεία, τυροκομεία, κ.ά.).
- Οργανικό μέρος Αστικών Στερεών Αποβλήτων και Αστικά Λύματα.

Σκοπός της ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας είναι η παραγωγή θερμότητας, ηλεκτρισμού και κίνησης (μέσω βιοκαυσίμων μεταφορών). Ανάλογα με την πρώτη ύλη που κάθε φορά είναι διαθέσιμη, επιλέγεται και η αντίστοιχη διεργασία για τη βέλτιστη ενεργειακή της αξιοποίηση. Οι διεργασίες που είναι διαθέσιμες για την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: τις θερμοχημικές, τις βιοχημικές και τις χημικές. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει την καύση, την αεριοποίηση και την πυρόλυση. Η δεύτερη κατηγόρια περιλαμβάνει την αναερόβια χώνευση και την αλκοολική ζύμωση. Η τρίτη την μετεστεροποίηση. Από τις παραπάνω διεργασίες, οι πιο ώριμες τεχνολογικά για **ηλεκτροπαραγωγή**, γι' αυτό και οι συχνότερα χρησιμοποιούμενες, είναι η καύση στερεής βιομάζας και η αξιοποίηση (καύση) του βιοαερίου που προκύπτει από την αναερόβια χώνευση.

Οι ενεργειακές εφαρμογές της βιομάζας ποικίλουν σε μέγεθος από μικρούς λέβητες για τη θέρμανση κατοικιών, σε αυτόματης τροφοδοσίας λέβητες για τη θέρμανση μεγαλύτερων κτιρίων (σχολεία, νοσοκομεία, κ.ά.), μέχρι την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για πώληση στο δίκτυο της ΔΕΗ.

### Σταθμάτα θέρμανσης με βιομάζα

Μέγεθος	Εφαρμογές	Επήσεις ανάγκες σε καυσίμο	Προμήθεια καυσίμου	Τεχνολογία	Φυσικό μέγεθος
Οικιακό 15KWh	Οικία	5 Εηροί τόνοι	3 φορτία γεωργικού ελκυστήρα	Λέβητας	Μεγάλη τοάντα
350KWh	Σχολείο	100 Εηροί τόνοι	40 φορτία γεωργικού ελκυστήρα	Λέβητας	Γκαράζ

### Σταθμός παραγωγής ηλεκτρισμού με κάυση βιομάζας

Μέγεθος	Εφαρμογές	Επήσεις ανάγκες σε καυσίμο	Προμήθεια καυσίμου	Τεχνολογία	Φυσικό μέγεθος
Μικρό 250KWe	Περίπου οικίες	250	1.500 Εηροί τόνοι	6 x 20 τόνους	Αεριοποιητής ή πυρολύτης ή μηχανή
Μεσαίο 5MWe	Περίπου οικίες	5.000	250.000 Εηροί τόνοι	50 x 38 τόνους	Αεριοποιητής ή πυρολύτης και μηχανή ή τουρμπίνα
Μεγάλο 30MWe	Περίπου οικίες	30.000	130.000 Εηροί τόνοι	250 x 38 τόνους	Αεριοποιητής ή πυρολύτης και τουρμπίνα (πιθανά συνδ. κύκλος) ή λέβητας και τουρμπίνα ατμού

### Σταθμός παραγωγής ηλεκτρισμού με ορυκτά κάυσιμα

Μέγεθος	Εφαρμογές	Επήσεις ανάγκες σε καυσίμο	Προμήθεια καυσίμου	Τεχνολογία	Φυσικό μέγεθος
Συνδ/νος κύκλος τουρμπίνα αερίου 500MWe	Περίπου οικίες	500.000	800 εκατ. m³ αερίου (ισοδύναμο με 1 εκατ. τόνους άνθρακα)	Δίκτυο σωλήνων (χωρίς μεταφορά)	Τουρμπίνα αερίου και τουρμπίνα ατμού
Ενεργειακός σταθμός με άνθρακα 2000MWe	Περίπου οικίες	2.000.000	6 εκατ. τόνοι άνθρακα	Πάνω από 3.500 x 38 τόνους	Λέβητας και τουρμπίνα ατμού

## Καύση

Με τον όρο **καύση** ορίζεται η διεργασία εκείνη κατά την οποία οι οργανικές ενώσεις που αποτελούν την εκάστοτε χρησιμοποιούμενη βιομάζα ενώνονται με το οξυγόνο και παράγεται διοξείδιο του άνθρακα, νερό και θερμότητα. Η παραγόμενη θερμότητα χρησιμοποιείται κατόπιν είτε για την κάλυψη θερμικών αναγκών ή/και για ηλεκτροπαραγωγή με χρήση ατμού η διαθερμικού λαδιού σαν εργαζόμενο μέσο. Τα είδη της βιομάζας που χρησιμοποιούνται συνηθέστερα ως καύσιμο είναι τα γεωργικά και δασικά υπολείμματα, τα υπολείμματα από γεωργικές βιομηχανίες, τα υπολείμματα από κτηνοτροφικές μονάδες και η παραγωγή από ενεργειακές καλλιέργειες.

Μια τυπική μονάδα παραγωγής ενέργειας με καύση βιομάζας περιλαμβάνει τα ακόλουθα τμήματα όπου εκτελούνται και οι αντίστοιχες εργασίες:

- **Χώρος αποθήκευσης βιομάζας:** Είναι ο χώρος στον οποίο συγκεντρώνεται η βιομάζα είτε πριν την οποιαδήποτε κατεργασία, είτε μετά. Συνήθως ο χώρος αυτός είναι εντελώς υπαίθριος ή διαθέτει κάποιο απλό στέγαστρο.
- **Χώρος προκατεργασίας βιομάζας:** Ανάλογα με τον τύπο της διαθέσιμης βιομάζας και του εξοπλισμού που επιλέχθηκε για την καύση, είναι πιθανόν να αιτείται μια φάση προκατεργασίας. Αυτή μπορεί να περιλαμβάνει ξήρανση, θρυμματισμό, διαχωρισμό ανά μέγεθος, κ.λπ.. Κατόπιν, η βιομάζα οδηγείται στον τελικό χώρο αποθήκευσης ή στον εξοπλισμό τροφοδοσίας της διάταξης καύσης (π.χ. σιλό).
- **Μηχανοστάσιο:** Στο μηχανοστάσιο είναι εγκατεστημένη η διάταξη καύσης στην οποία καίγεται η βιομάζα, ο λέβητας όπου παράγεται το εργαζόμενο μέσο (ατμός, διαθερμικό λάδι) και η διάταξη παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (ατμοστρόβιλος, ατμομηχανή, κ.λπ.). Επίσης, είναι εγκατεστημένος και ο απαραίτητος βιοθητικός εξοπλισμός, όπως αντλίες, δεξαμενές, διαπάνες καθαρισμού απαερίων, τροφοδοτικές διατάξεις, αυτοματισμοί και διατάξεις ελέγχου.

## Αναερόβια χώνευση

Με τον όρο **αναερόβια χώνευση** ορίζεται η διεργασία εκείνη κατά την οποία το οργανικό φορτίο της διαθέσιμης βιομάζας μετατρέπεται, μέσω της δράσης μικροοργανισμών και με απουσία οξυγόνου, σε αέριο. Το αέριο αυτό, που καλείται βιοαέριο, περιέχει μεθάνιο που μπορεί να φτάσει έως 60% του συνολικά παραγόμενου αερίου. Το υπόλοιπο αέριο αποτελείται κυρίως από CO<sub>2</sub> και σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις από CO, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> και O<sub>2</sub>. Η διαθέσιμη βιομάζα για την παραγωγή βιοαερίου μπορεί να είναι ιλύς από μονάδες επεξεργασίας υγρών λυμάτων, απόβλητα από βιομηχανίες τροφίμων και κτηνοτροφικές μονάδες ή και αστικά απορρίμματα. Η ιλύς και τα απόβλητα συγκεντρώνονται σε ειδικές δεξαμενές (χωνευτήρες), υπό ελεγχόμενες συνθήκες που ευνοούν την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Από αυτή τη διαδικασία παράγεται το βιοαέριο το οποίο συλλέγεται σε αεριοφυλάκια.

Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα ανάκτησης βιοαερίου από χώρους υγειονομικής ταφής. Σε αυτή την περίπτωση γίνονται γεωτρήσεις στον επιλεγμένο XYTA και μέσω αυτών αντλείται το βιοαέριο, που παράγεται λόγω της αποσύνθεσης των απορριμάτων που βρίσκονται θαμμένα σε αυτόν. Το παραγόμενο βιοαέριο χρησιμοποιείται ως καύσιμο σε εξοπλισμό παραγωγής ενέργειας. Η πιο συνηθισμένη χρήση του βιοαερίου είναι η καύση του σε ειδικά τροποποιημένες μηχανές εσωτερικής καύσης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ηλεκτρογεννητριών που βρίσκονται συνδεδεμένες με αυτές. Παράλληλα, υπάρχει η δυνατότητα ανάκτησης θερμότητας από το κύκλωμα ψύξης των μηχανών και από τα καυσαέρια τους. Άλλες χρήσεις μπορεί να είναι η καύση σε αεριοστροβίλους με τα ίδια αποτελέσματα ή σε λέβητες με σκοπό την παραγωγή ατμού και μέσω αυτού ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας.



Μια μονάδα παραγωγής ενέργειας με χρήση βιοαερίου αποτελείται από τα ακόλουθα μέρη:

- **Χωνευτήρες:** Αν η πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοαερίου είναι λύματα, τότε αυτά συγκεντρώνονται σε στεγανές δεξαμενές, όπου και αποσυντίθενται με τη δράση ειδικών μικροοργανισμών.
- **Γεωτρήσεις:** Αν η πηγή του βιοαερίου είναι ένας XYTA, τότε γίνονται ειδικές γεωτρήσεις σε ολόκληρη την επιφάνειά του, μέσα από τις οποίες αντλείται το ήδη υπάρχον βιοαέριο.
- **Δίκτυο μεταφοράς:** Αποτελείται από τους αγωγούς που μεταφέρουν το βιοαέριο από το σημείο παραγωγής του στο σημείο που γίνεται η αξιοποίησή του. Η κατασκευή του είναι ανάλογη με εκείνη ενός δικτύου φυσικού αερίου.
- **Μηχανοστάσιο:** Είναι το μέρος όπου βρίσκεται εγκατεστημένος ο εξοπλισμός που μετατρέπει το βιοαέριο σε ενέργεια (ΜΕΚ, αεριοστρόβιλοι), καθώς και όποιος άλλος απαραίτητος βοηθητικός εξοπλισμός.

## Κωδικοποίηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων

Η αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκύπτουν από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τη βιομάζα εξαρτάται ιδιαίτερα από τη χρησιμοποιούμενη πηγή, την περιοχή όπου εγκαθίσταται η αλυσίδα, το σύστημα που αντικαθίσταται για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας και για τον ανεφοδιασμό με βιομάζα και τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται σε δλη την αλυσίδα παραγωγής και μετατροπής.

Κατάλληλοι κανονισμοί και οδηγίες πρέπει να εξασφαλίζουν ότι τα έργα ηλεκτροπαραγωγής μεγιστοποιούν τα κοινωνικά οφέλη και ότι τα κοινωνικά οφέλη συνυπολογίζονται στους οικονομικούς όρους. Πρέπει επίσης να εξασφαλίζουν ότι οι αρνητικές επιδράσεις ελαχιστοποιούνται και βρίσκονται μέσα στα ασφαλή όρια. Είναι σημαντικό οι στρατηγικές για βιώσιμη ανάπτυξη βιομάζας να αναπτύσσονται σε περιφερειακό επίπεδο. Παρά την εστίαση στις πιθανές αρνητικές επιδράσεις σε αυτό το κείμενο, τα σωστά προγραμματισμένα και εφαρμοσμένα συστήματα βιοενέργειας συνήθως έχουν θετική περιβαλλοντική επίδραση.

Η χρήση της βιομάζας για ενέργεια έχει επίδραση σε όλους τους περιβαλλοντικούς αποδέκτες: το έδαφος, το νερό και την ατμόσφαιρα. Επιπλέον, σε δεύτερο επίπεδο μπορεί να έχει επιπτώσεις στην υγεία και την ευημερία ανθρώπων και ζώων, την εδαφολογική ποιότητα, τη χρήση νερού, τη βιοποικιλότητα και τη δημόσια αισθητική. Αυτές οι επιδράσεις προκύπτουν από κάθε ένα από τα μεμονωμένα στάδια της αλυσίδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Στους πίνακες που ακολουθούν παρατίθενται κωδικοποιημένα τα περιβαλλοντικά θέματα που σχετίζονται με την αξιοποίηση της βιομάζας και τα μέτρα αντιμετώπισης ανεπιθύμητων καταστάσεων που μπορούν να εφαρμοστούν.



Περιβαλλοντικά Θέματα Συμπαραγωγής (παραγωγή Ηλεκτρισμού & θερμότητας)		
Θετικές επιδράσεις	Ουδέτερη σε εκπομπές CO <sub>2</sub> (καύση), Μικρές εκπομπές CO <sub>2</sub> (πλήρης ανάλυση Κύκλου Ζωής).	
	Επαναχρησιμοποίηση των υπολειμμάτων από τις αγροτοβιομηχανίες κ.λπ..	
	Σχεδόν απουσία εκπομπών SO <sub>2</sub> .	
	Συνεισφορά στη διατήρηση και βελτίωση των διασών.	
Αρνητικές επιπτώσεις	Αέριες εκπομπές συνδεόμενες με τη διαδικασία καύσης. Σημαντικά επίπεδα CO στην περίπτωση ατελούς καύσης. Εκπομπές σωματιδίων.	Κατάλληλος σχεδιασμός της μονάδας καύσης. Εφαρμογή κατάλληλων τεχνολογιών & μέτρων μείωσης των αέριων εκπομπών (π.χ. χρήση διατάξεων μείωσης ή/και ελέγχου αέριων εκπομπών). Περιοδική συντήρηση της μονάδας. Παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα, διενέργεια δειγματοληψιών & αναλύσεων.
	Θόρυβος από τις μηχανές και τη χρήση μέσων μεταφοράς της πρώτης ύλης στην μονάδα.	Χρήση κατάλληλων μεθόδων/διατάξεων μείωσης του θορύβου. Προσεκτική χωροθέτηση της μονάδας και μεταφορά της πρώτης ύλης.
	Δυνητική επίπτωση διασύνδεσης στο δίκτυο (μεγάλες μονάδες) ή σε δίκτυο διανομής θερμότητας.	Μέτρα αποφυγής - αποκατάστασης επιπτώσεων (π.χ. αποκατάσταση χώρου, κατάλληλη δύσηση δικτύου).
	Διάθεση των αποβλήτων της μονάδας.	Κατάλληλη επεξεργασία & διάθεση. Χρηματοοίση της τέφρας στη γεωργία.
	Αισθητική επιβάρυνση.	Προσεκτική χωροθέτηση. Αισθητικές παρεμβάσεις, δενδροφυτεύσεις, υπόγειες εργασίες κ.λπ..
	Υγρά μεγάλου φορτίου στην περίπτωση της πυρόλυσης.	Κατάλληλη επεξεργασία και διάθεση.
Περιβαλλοντικά Θέματα καύσης απορριμμάτων		
Θετικές επιδράσεις	Μείωση των αερίων του θερμοκηπίου (το CO <sub>2</sub> αντικαθιστά το CH <sub>4</sub> , το τελευταίο είναι το δεύτερο στη σειρά σπουδαιότητας από πέντε αέρια και η ενέργεια του δράση είναι 25 φορές μεγαλύτερη του CO <sub>2</sub> σε ορίζοντα 100 ετών).	
	Επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων για παραγωγή ενέργειας σε αντίθεση με την απλή διάθεση.	
	Διαχείριση και μείωση των στραγγισμάτων.	
	Μείωση κατά 60-75% του βάρους των εισερχομένων αποβλήτων (παραμονή τέφρας στον χώρο καύσης, στους λέβιτες, ιπτάμενη τέφρα & οικόν).	
Αρνητικές επιπτώσεις	Αέριες εκπομπές όπως CO, CO <sub>2</sub> , ατμός ή/και SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , HCl, υδροφθόριο, πολυκυκλικοί υδρογονάνθρακες κ.λπ. (ανάλογα την ποιότητα των αποβλήτων).	Εφαρμογή κατάλληλων τεχνολογιών & μέτρων μείωσης των αέριων εκπομπών (π.χ. βελτίωση της κατανομής του πρωτογενούς αέρα στον θάλαμο καύσης). Περιοδική συντήρηση της μονάδας. Παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα, διενέργεια δειγματοληψιών & αναλύσεων.
	Δυνητικά προβλήματα οσμών από την προεπεξεργασία και αποθήκευση των απορριμμάτων.	Μέτρα μείωσης των οσμών (π.χ. περιορισμός του χρόνου αποθήκευσης, διαδικασίων προεπεξεργασίας, σκεπασμένα τμήματα, χρήση μεθόδων απόσμησης).
	Δυνητική επίπτωση διασύνδεσης στο δίκτυο ή σε δίκτυο διανομής θερμότητας.	Μέτρα αποφυγής - αποκατάστασης επιπτώσεων (π.χ. αποκατάσταση χώρου, κατάλληλη χωροθέτηση).
	Θόρυβος ή οικόν από τη λειτουργία της μονάδας και από τη μεταφορά και προεπεξεργασία των απορριμμάτων.	Χρήση κατάλληλων μεθόδων μείωσης του θορύβου και προσεκτικό σχεδιασμό της μεταφοράς των απορριμμάτων.
	Τελική διάθεση υπολειμμάτων.	Κατάλληλη επεξεργασία & διάθεση.
	Επιπτώσεις στην αισθητική του χώρου.	Προσεκτική χωροθέτηση. Αισθητικές παρεμβάσεις, δενδροφυτεύσεις κ.λπ..
	Δυνητικές επιπτώσεις στους υδάτινους πόρους (π.χ. διάθεση των νερών ψύξης) της πυρόλυσης.	Κατάλληλος σχεδιασμός συστημάτων απόληψης και απόρριψης νερού.

**Περιβαλλοντικά θέματα παραγωγής & αξιοποίησης βιοαερίου από XYTA**

<b>Θετικές επιδράσεις</b>	Μείωση των εκπομπών CH <sub>4</sub> – λιγότερη διαφυγή CH <sub>4</sub> .	
	Μείωση οσμών & ρύπανσης.	
	Μείωση πιθανότητας πυρκαγιάς και έκρηξης.	
	Ενεργειακή απολαβή.	
<b>Αρνητικές επιπτώσεις</b>	Δυνητικά προβλήματα οσμών και αέριων εκπομπών.	Απομάστευση βιοαερίου, κατάλληλος σχεδιασμός XYTA, κατάλληλος σχεδιασμός δίκτυου συλλογής βιοαερίου. Συστήματα μείωσης οσμών (απόσμηση), παρακολούθηση – μέτρηση σύνθεσης βιοαερίου & εκπομπών.
	Δυνητικές επιπτώσεις στο έδαφος (π.χ. καθίζησεις).	Κατάλληλη & προγραμματισμένη συλλογή του βιοαερίου.
	Δυνητικές επιπτώσεις από τη σύνδεση σε δίκτυο διανομής θερμότητας ή ηλεκτρικής ενέργειας.	Μέτρα αποφυγής – αποκατάστασης επιπτώσεων (π.χ. αποκατάσταση χώρου, κατάλληλη χωροθέτηση).
	Δυνητικές επιπτώσεις στη δημόσια ασφάλεια (π.χ. απυχήματα, εκρήξεις).	Μέτρα για την ασφαλή λειτουργία του συστήματος συλλογής βιοαερίου και του συστήματος καύσης.
	Επιπτώσεις στην αισθητική του χώρου.	Αισθητικές παρεμβάσεις, δενδροφυτεύσεις κ.λπ. της μονάδας αξιοποίησης.

**Περιβαλλοντικά θέματα παραγωγής βιοαερίου από αναερόβια χώνευση**

<b>Θετικές επιδράσεις</b>	Ελεγχόμενη αναερόβια χώνευση σε κλειστές δεξαμενές.	
	Μείωση των εκπομπών CO <sub>2</sub> – λιγότερη διαφυγή CO <sub>2</sub> .	
	Σταθεροποίηση λάσπης.	
	Αποφυγή ρύπανσης υδάπινων πόρων.	
	Ενεργειακή απολαβή. Παραγωγή εδαφοθελτικού και αποφυγή επιβάρυνσης XYTA.	
<b>Αρνητικές επιπτώσεις</b>	Αέριες εκπομπές και θόρυβος από τις μηχανές.	Χρήση κατάλληλων διαστάξεων μείωσης του θορύβου και των αέριων εκπομπών, κατάλληλος σχεδιασμός, παρακολούθηση – μέτρηση των εκπομπών.
	Δυνητικά προβλήματα οσμών από τους χωνευτήρες.	Μέτρα μείωσης των οσμών (π.χ. περιορισμός του χρόνου αποθήκευσης, διαδικασίων προεπεξεργασίας, σκεπασμένα τμήματα, χρήση μεθόδων απόσμησης).
	Δυνητική επίπτωση διασύνδεσης στο δίκτυο ή σε δίκτυο διανομής θερμότητας.	Μείωση επιπτώσεων τοποθέτησης του δίκτυου (π.χ. αποκατάσταση του χώρου διέλευσης).
	Διάθεση λάσπης.	Επανα-χρησιμοποίηση στη γεωργία μετά από μελέτη και με κατάλληλη διαδικασία.
	Δυνητικές επιπτώσεις στους υδάπινους πόρους (π.χ. άντληση νερού).	Κατάλληλος σχεδιασμός – διάταξης συστημάτων απόληψης και απόρριψης νερού.
	Αισθητική επιβάρυνση.	Προσεκτική χωροθέτηση. Αισθητικές παρεμβάσεις, δενδροφυτεύσεις, υπόγειες εργασίες κ.λπ..

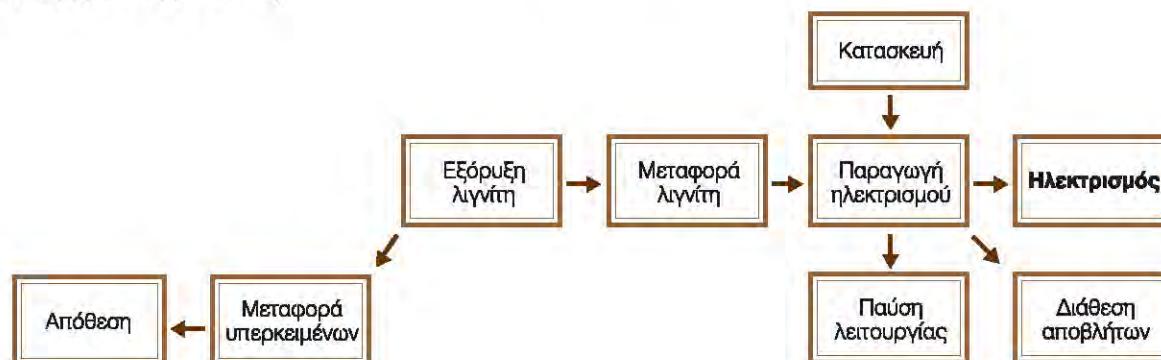
Τα πιθανά περιβαλλοντικά οφέλη που μπορούν να προκύψουν από τις καλά διαχειριζόμενες ενεργειακές καλλιέργειες, ειδικά τις πολυετείς, περιλαμβάνουν:

- Παροχή καυσίμου ουδέτερου ως προς το CO<sub>2</sub> ως υποκατάστατο της χρήσης ορυκτού καυσίμου.
- Χαμηλότερες εκπομπές άλλων ατμοσφαιρικών ρύπων, όπως το θείο, έναντι της χρήσης ορισμένων ορυκτών καυσίμων.
- Προστασία εδάφους και υδρογραφικού δικτύου από τη διάβρωση.
- Αύξηση ή διατήρηση της βιοποικιλότητας.
- Άλλα οφέλη, όπως ο μειωμένος κίνδυνος πυρκαγιάς στη δασοπονία.

Αυτά τα πιθανά περιβαλλοντικά οφέλη πρέπει να εξεταστούν από κοινού με άλλα δυνατά κοινωνικοοικονομικά οφέλη, όπως η αγροτική ανάπτυξη και η βελτιωμένη ενεργειακή ασφάλεια. Παρά την «οπτική» φύση, την ετερογένεια και την πολυπλοκότητα των αλυσίδων παραγωγής βιοενέργειας, υπάρχουν μερικές γενικές περιβαλλοντικές αρχές που μπορούν να εφαρμοστούν στα σχέδια ηλεκτρικής παραγωγής από τη βιομάζα στις χώρες του ΟΟΣΑ.

### **Ανάλυση Κύκλου Ζωής (LCA) – Σύγκριση με Θερμοηλεκτρικό Σταθμό**

Τα διαφορετικά στάδια του Κύκλου Ζωής ενός Λιγνιτικού Σταθμού παρουσιάζονται στο σχήμα που ακολουθεί (τμήμα της μελέτης ExternalE):



Τα βασικά χαρακτηριστικά του Κύκλου Ζωής ενός Λιγνιτικού Σταθμού (περιοχή Πτολεμαΐδας) δίνονται παρακάτω:

Φάση	Παράμετρος	Ποσότητα
1.Εξόρυξη λιγνίτη	Θέση	Πτολεμαΐδα
	Τύπος ορυχείων	Επιφανειακός
	% υπερκειμένα στον λιγνίτη	3,3 – 5m³/t
2.Μεταφορά	Αέριες εκπομπές	TSP 1.525t/yr NOx 203t/yr SO2 94,5t/yr CO2 114.946t/yr
3.Παραγωγή ηλεκτρισμού	Καύσιμο Θέση Εγκατεστημένη ισχύς Παραγωγή ενέργειας Αέριες εκπομπές	Λιγνίτης Άγιος Δημήτριος – Πτολεμαΐδα 366,5MW 2.199.000MWh TSP 556t/yr NOx 2.170t/yr SO2 2.615t/yr CO2 2.902.680t/yr
4.Κατασκευή σταθμού	Υλικά	107.500t στοάλι 198.000t τσιμέντο
5.Απόβλητα	Στερεά απόβλητα Υγρά απόβλητα	12.200.000m³/yr (λιγνιτορυχείο) 355.000t/yr (σταθμός) 1.500.000t/yr



Τα διαφορετικά στάδια του Κύκλου Ζωής της βιομάζας παρουσιάζονται στο σχήμα που ακολουθεί (τμήμα της μελέτης ExternalE):



Τα βασικά χαρακτηριστικά του Κύκλου Ζωής της βιομάζας και συγκεκριμένα μιας ενεργειακής καλλιέργειας στον Ορχομενό δίνονται παρακάτω:

Φάση	Παράμετρος	Ποσότητα
1. Παραγωγή/μεταφορά βιομάζας	Θέση	Ορχομενός
	Τύπος	Ενεργειακή καλλιέργεια
	Έκταση	56.320 στρέμματα
	Ανάγκες άρδευσης	137,5mm νερού/yr
	Λιπάσματα	109,8t/yr
	Συγκομιδή	Μηχανική
	Αέριες εκπομπές	TSP 4,7t/yr NOx 61,4t/yr SO2 4,3t/yr CO2 3.208t/yr VOCs 5,9t/yr CO 20,1t/yr
2. Μεταφορά	Απόσταση από τη μονάδα	11,5km
	Τρόπος μεταφοράς	100% χρήση δρόμου
	Αριθμός φορτίων	9.713
	Συνολική διανυόμενη απόσταση	111.699,5km
	Αέριες εκπομπές	TSP 0,22t/yr NOx 3,26t/yr SO2 0,306t/yr CO2 163,1t/yr VOCs 0,37t/yr CO 1,6t/yr
3. Παραγωγή Ηλεκτρισμού	Καύσιμο	Ενεργειακές καλλιέργειες
	Τεχνολογία	Καύση
	Θέση	Ορχομενός
	Εγκατεστημένη ισχύς	30MW
	Αέριες εκπομπές	TSP 70,8t/yr NOx 145,6t/yr SO2 141,14t/yr CO2 19.309t/yr VOCs 382,3t/yr CO 7,5t/yr
	Στερεά απόβλητα	5.310t/yr τέφρα
4. Κατασκευή σταθμού	Υλικά	Δεν υπάρχουν στοιχεία
	Περίοδος κατασκευής	2 χρόνια
5. Απόβλητα	Διάθεση αποβλήτων	ΧΥΤΑ Ορχομενού
	Τρόπος μεταφοράς	100% χρήση δρόμου



Η εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση λιγνίτη, σε σχέση με τις ΑΠΕ για την Ελλάδα, παρατίθεται στον πίνακα που ακολουθεί:

Επίπτωση	Εκτιμώμενο κόστος (mECU/kWh)			
	Λιγνίτης	Βιομάζα	ΜΥΗΕ	Αιολικά Πάρκα
Δημόσια υγεία	17,1	5,8	Αμελητέες	Αμελητέες
Επαγγελματικές ασθένειες	0,12	0,016	0,26	Αμελητέες
Επαγγελματικά ατυχήματα	-	-	-	-
Γεωργία			0,11	Αμελητέες
- SO <sub>2</sub>	0,027	0,0013		
- NO <sub>x</sub>	0,35	0,011		
Οικοσυστήματα	Ποσοτικοποιείται μόνο η επίπτωση	Αμελητέες	3,6	Αμελητέες
Δάση	-	-	0,055	-
Χρήση γης	-	-	-	0,14
Υλικά	0,27	0,0289	-	Αμελητέες
Μνημεία	0,019	-	-	-
Θόρυβος	Αμελητέες	Μη ποσοτικοποιημένα	0,097	1,12
Τοπίο	Αμελητέες	Μη ποσοτικοποιημένα	Αμελητέες	Αμελητέες

### Παραδείγματα καλής εφαρμογής (best practice case studies)

#### ΨΥΤΤΑΛΕΙΑ

Η μονάδα βρίσκεται στην Ψυττάλεια και είναι ιδιοκτησία της ΕΥΔΑΠ. Είναι μια μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (πρωτοβάθμια επεξεργασία), κατασκευασμένη το 1994. Το 2001 ξεκίνησε η εκμετάλλευση του βιοαερίου. Το βιοαέριο παράγεται μέσω αναερόβιας χώνευσης και τροφοδοτεί τρεις (3) μηχανές εσωτερικής καύσης αερίου, ισχύος 2.458MWe έκαστη.

Η επήσια παραγωγή θερμικής ενέργειας είναι 85,67GWh και η επήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας 64,56GWh. Η παραγόμενη θερμική ενέργεια χρησιμοποιείται αρχικά για τη θέρμανση των χωνευτήρων. Μονάδα δευτεροβάθμιας επεξεργασίας των αποβλήτων κατασκευάστηκε και έχει τεθεί σε λειτουργία από το 2005. Τέλος, από το 2007 λειτουργεί και μονάδα ξήρανσης της λυματολάσπης.



Μονάδα επεξεργασίας λυμάτων στη Ψυττάλεια (Πηγή: ΕΥΔΑΠ).

## ΑΝΩ ΛΙΟΣΙΑ

Η μονάδα κατασκευάστηκε το 2001, βρίσκεται στα Άνω Λιόσια Αττικής και είναι ιδιοκτησία της εταιρίας Βιοαέριο-Ενέργεια Άνω Λιόσια ΕΠΕ. Η χωματερή των Άνω Λιοσίων ήταν για πάρα πολλά χρόνια η βασική χωματερή της Αθήνας, μιας πόλης των περίπου 4,5 εκατομμυρίων κατοίκων. Η συγκεκριμένη εγκατάσταση είναι μονάδα συμπαραγωγής θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας από βιοαέριο, η οποία χρησιμοποιεί το παραγόμενο αέριο από τη χωματερή. Το αέριο τροφοδοτεί έντεκα (11) μηχανές εσωτερικής καύσης αερίου, ισχύος 1.255MW<sub>e</sub> έκαστη. Η επήσια παραγωγή θερμικής ενέργειας είναι 134,8GWh, ενώ η επήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι 112,5GWh. Από το τέλος του 2007 λειτουργεί και επέκταση κατά 9,7MW (τέσσερα πρόσθετα ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη, ισχύος 2.433kW έκαστο) που ανέβασε τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ σε 23,5MW, γεγονός που καθιστά το έργο ένα από τα μεγαλύτερα του είδους παγκοσμίως.



Σταθμός ηλεκτροπαραγωγής με καύση βιοαερίου στα Α. Λιόσια (Πηγή: ΗΛΕΚΤΩΡ Α.Ε.).

## Τεχνικές οδηγίες και προδιαγραφές

Για την ανάπτυξη περιβαλλοντικά βιώσιμων αλυσίδων παραγωγής και μετατροπής βιομάζας πρέπει να τηρούνται κάποιες βασικές αρχές:

1. Στις αλυσίδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας πρέπει να εφαρμόζονται οι αρχές της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής και να γίνεται μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων, ώστε να διασφαλίζεται η σωστή διαχείριση των όποιων σημαντικών επιπτώσεων και η εκμετάλλευση όλων των θετικών επιρροών.
2. Πρέπει να ακολουθούνται ορθές γεωργικές/δασοπονικές πρακτικές, κατάλληλες στις εκάστοτε τοπικές συνθήκες.
3. Η συνεχής ανάπτυξη και η εισαγωγή νέων ποικιλιών που προσιδίαζουν στις τοπικές συνθήκες (εδάφη, κλίμα) είναι απαραίτητες για την βελτιστοποίηση της παραγωγικότητας και την ελαχιστοποίηση των εισροών.
4. Οι πρακτικές παραγωγής βιομάζας πρέπει να προστατεύουν ή/και να ενισχύουν την οργανική ουσία του εδάφους.
5. Η χρήση νερού πρέπει να αξιολογηθεί σε όλη την αλυσίδα παραγωγής και μετατροπής, με ιδιαίτερη έμφαση στις επιδράσεις στο υδρογραφικό δίκτυο.
6. Οι καλύτερες διαθέσιμες τεχνολογίες μετατροπής πρέπει να χρησιμοποιηθούν για να ελαχιστοποιήσουν τις εκπομπές στον αέρα και σε άλλους περιβαλλοντικούς αποδέκτες. Τα συστήματα συμπαραγωγής (CHP) προτιμώνται.
7. Η ποιότητα της τέφρας από τις διαδικασίες μετατροπής πρέπει να ελέγχεται και η τέφρα να ανακυκλώνεται πίσω στο έδαφος, όταν αυτό είναι εφικτό.

Πολιτικές και κανονισμοί πρέπει να είναι σε ισχύ για να εξασφαλίσουν ότι οι ανωτέρω αρχές ακολουθούνται. Κίνητρα αγοράς που υπολογίζουν τα οφέλη της ηλεκτροπαραγωγής από βιομάζα πρέπει να συμβάλουν στη βιωσιμότητα και στην αποδοτικότητα των διαφορετικών σταδίων της αλυσίδας καυσίμων. Η διατομεακή συνεργασία είναι προϋπόθεση για την καθιέρωση περιβαλλοντικά βιώσιμων αλυσίδων παραγωγής και μετατροπής βιομάζας.

Πολλές από τις τεχνικές οδηγίες και προδιαγραφές αναφέρονται στις παραγράφους που προηγήθηκαν. Συμπληρωματικά εκτενέστερα αναφέρονται τα ακόλουθα (και θα πρέπει να εξετάζονται όπου έχουν εφαρμογή):

## **Αέριοι ρύποι**

Η χρήση βιομάζας ως καύσιμο μπορεί να συμβάλει στην καταπολέμηση του φαινομένου του θερμοκηπίου και να παρουσιάζει μειωμένες εκπομπές κάποιων ρύπων σε σύγκριση με τους αντιστοίχους που εκπέμπονται από συμβατικά καύσιμα, αλλά παράλληλα μπορεί να παρουσιάζει αυξημένες εκπομπές σε μονοξείδιο του άνθρακα, σωματιδίων, σκόνης και οσμών. Για καθένα από αυτούς τους ρύπους πρέπει να εξετάζονται τα αναμενόμενα όρια εκπομπής, καθώς και τα μέτρα που θα ληφθούν, και να συγκρίνονται με την ισχύουσα νομοθεσία.

## **Διάθεση στερεών αποβλήτων**

Μετά την καύση της βιομάζας προκύπτει τέφρα, η οποία συλλέγεται είτε από τον πυθμένα του θαλάμου καύσης, είτε από τους μηχανισμούς κατακράτησης σωματιδίων στα απαέρια. Η τέφρα αυτή περιέχει όλα τα ανόργανα συστατικά που βρίσκονται στη χρησιμοποιούμενη βιομάζα. Πρέπει να εξετάζεται η σύσταση της τέφρας και να επιλέγεται ο προτεινόμενος τρόπος διάθεσής της. Το ίδιο ισχύει και για τα υπολείμματα που μένουν από τη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης. Σε κάθε περίπτωση, θα πρέπει να εφαρμόζεται η ισχύουσα νομοθεσία.

## **Θόρυβος**

Μια μονάδα παραγωγής ενέργειας από βιομάζα επιβαρύνει με θόρυβο το γύρω περιβάλλον εφόσον ουσιαστικά πρόκειται για βιομηχανική εγκατάσταση, όπου λειτουργούν μηχανήματα με κινούμενα μέρη. Επίσης, ο εξοπλισμός παραγωγής ενέργειας παράγει θόρυβο είτε αυτός είναι ΜΕΚ, είτε είναι αεριοστρόβιλος ή ατμοστρόβιλος. Θα πρέπει να εξετάζεται και να γίνεται αναφορά στα επίπεδα θορύβου σε διάφορες αποστάσεις, καθώς και στα μέτρα που θα ληφθούν για να επιπευχθούν αυτά τα όρια. Σε κάθε, περίπτωση θα πρέπει να εφαρμόζεται η ισχύουσα νομοθεσία.

## **Όχληση από διέλευση οχημάτων**

Η εγκατάσταση μιας μονάδας παραγωγής ενέργειας από βιομάζα μπορεί να επιφέρει αύξηση στην κυκλοφορία οχημάτων στη συγκεκριμένη περιοχή, λόγω της χρήσης φορτηγών αυτοκινήτων για τη μεταφορά βιομάζας προς τη μονάδα και τέφρας από τη μονάδα. Αυτός ο κυκλοφοριακός όγκος πρέπει να υπολογιστεί και να εκτιμηθεί η αύξηση στις εκπομπές αέριων ρύπων, λόγω των καυσαερίων, στα επίπεδα θορύβου, λόγω των κινητήρων και στην κυκλοφορία στο τοπικό οδικό δίκτυο. Θα πρέπει να εξετάζεται πως αυτές οι επιπτώσεις θα περιοριστούν, ώστε να είναι αποδεκτές στο περιβάλλον που προτείνεται να εγκατασταθεί η μονάδα και σύννομες με την ισχύουσα νομοθεσία.



Ενδεικτική Βιβλιογραφία:

**CIEMAT, ES (1999).**

ExternE Externalities of Energy, EC-DGXII.

**ELFORES κ.ά. (2000).**

Environmental Impacts from the Use of Renewable Energy Technologies,  
THERMIE B PROJECT No STR-1000-96-HE.

**Bauen A., Woods J., Hailes R. (2004).**

Biopowerswitch - A Biomass Blueprint to Meet 15 % of OECD  
Electricity Demand by 2020.

**ΚΑΠΕ (1998).**

Εγχειρίδιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας – Ενέργεια από Βιομάζα,  
Πρόγραμμα ALTENER, Αρ. Συμβ. 4.1030/Z/95-091, Αθήνα.

**Οδηγός Εφαρμογής του Συστήματος Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών στην Ελλάδα.**

Οδηγός στα πλαίσια του έργου ETRES (LIFE03 ENV/GR/000219).

**ΚΑΠΕ (2006).**

Εγχειρίδιο ΑΠΕ για δυνητικούς χρήστες.

**ΚΑΠΕ κ.ά. (2001).**

Οδηγός Τεχνολογιών Ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ, Πρόγραμμα LEONARDO DA VINCI 1999,  
Αριθμός Συμβολαίου: WL/99/2/011015/PI/II.1.1.b/FPI.

Επίσης, κείμενα, στοιχεία και εικόνες έχουν ληφθεί από εκδόσεις και εκθέσεις Προγραμμάτων  
και Έργων που υλοποίησε το ΚΑΠΕ και από το Διαδίκτυο.