

Έργο: BiG>East

(EIE/07/214)

Πακέτο Εργασίας 2 Βιοαέριο στην Ελλάδα Συνοπτική Έκθεση

Παραδοτέο 2.2



Σιούλας Κωνσταντίνος, MSc

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ)

19th χλμ. Λεωφόρου Μαραθώνος

190 09 Πικέρμι



Βασιζόμενο στα Παραδοτέα των συμμετεχόντων στο έργο BIG>EAST και ειδικότερα του

Πακέτου Εργασίας 2

Φεβρουάριος 2009

Με την υποστήριξη του:



Οι συγγραφείς έχουν την ευθύνη για το περιεχόμενο της έκδοσης αυτής η οποία δεν απηχεί κατ' ανάγκη την άποψη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Η Επιτροπή δεν ευθύνεται για την ενδεχόμενη χρήση πληροφοριών που εμπεριέχονται σε αυτή την έκδοση.

Περιεχόμενα

1 Εισαγωγή.....	3
2 Καταγραφή των υφιστάμενων μονάδων βιοαερίου	4
2.1 Παρούσα κατάσταση.....	4
2.2 Προοπτικές.....	5
3 Χρήση των αποβλήτων για παραγωγή βιοαερίου	6
4 Διαθεσιμότητα πρώτης ύλης και διάρθρωση του αγροτικού τομέα	8
4.1 Ενεργειακές καλλιέργειες	8
4.2 Γεωργικά υπολείμματα.....	8
4.3 Δημοτικά απόβλητα και λύματα	10
4.4 Δυναμικό βιοαερίου.....	11
4.5 Δομή του αγροτικού τομέα	12
5 Αναβάθμιση βιοαερίου και έγχυση στο δίκτυο φυσικού αερίου.....	14
5.1 Δίκτυο φυσικού αερίου	14
5.2 Χαρακτηριστικά του δικτύου.....	15
5.3 Τεχνικές απαιτήσεις για έγχυση του βιομεθανίου στο δίκτυο του φυσικού αερίου	15
5.4 Δυνατότητα έγχυσης βιομεθανίου.....	15
6 Χρήση του βιοαερίου	16
6.1 Δυνατότητες παραγωγής βιοαερίου.....	16
6.2 Τεχνολογίες.....	16
6.3 Χρήση του βιοαερίου.....	17
7 Εκτίμηση των επιπτώσεων.....	19
7.1 Περιβαλλοντικά ζητήματα.....	19
7.2 Κοινωνικοοικονομικά ζητήματα.....	21
8 Συμπεράσματα και προοπτικές.....	23

1 Εισαγωγή

Η παρούσα έκθεση συντάχθηκε στα πλαίσια του έργου BiG>EAST (EIE/07/214), το οποίο υποστηρίζεται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (Ε.Ε.) και ειδικότερα από το Πρόγραμμα «Ευφυής Ενέργεια για την Ευρώπη».

Αντικείμενο της έκθεσης αποτελεί η επισκόπηση σε σχέση με το δυναμικό του βιοαερίου στην Ελλάδα. Οι σελίδες που ακολουθούν συνοψίζουν τα σημαντικότερα σημεία του Πακέτου Εργασίας 2: Μελέτη Δυναμικού Βιοαερίου και ειδικότερα των Παραδοτέων:

- 2.1 Καταγραφή των υφιστάμενων μονάδων βιοαερίου
- 2.2 Αξιοποίηση αποβλήτων για την παραγωγή βιοαερίου
- 2.3 Εκτίμηση της διαθεσιμότητας πρώτης ύλης
- 2.4 Εκτίμηση της διάρθρωσης του αγροτικού τομέα
- 2.5 Αναβάθμιση βιοαερίου και έγχυση στο δίκτυο φυσικού αερίου
- 2.6 Αξιοποίηση του βιοαερίου
- 2.7 Εκτίμηση επιπτώσεων

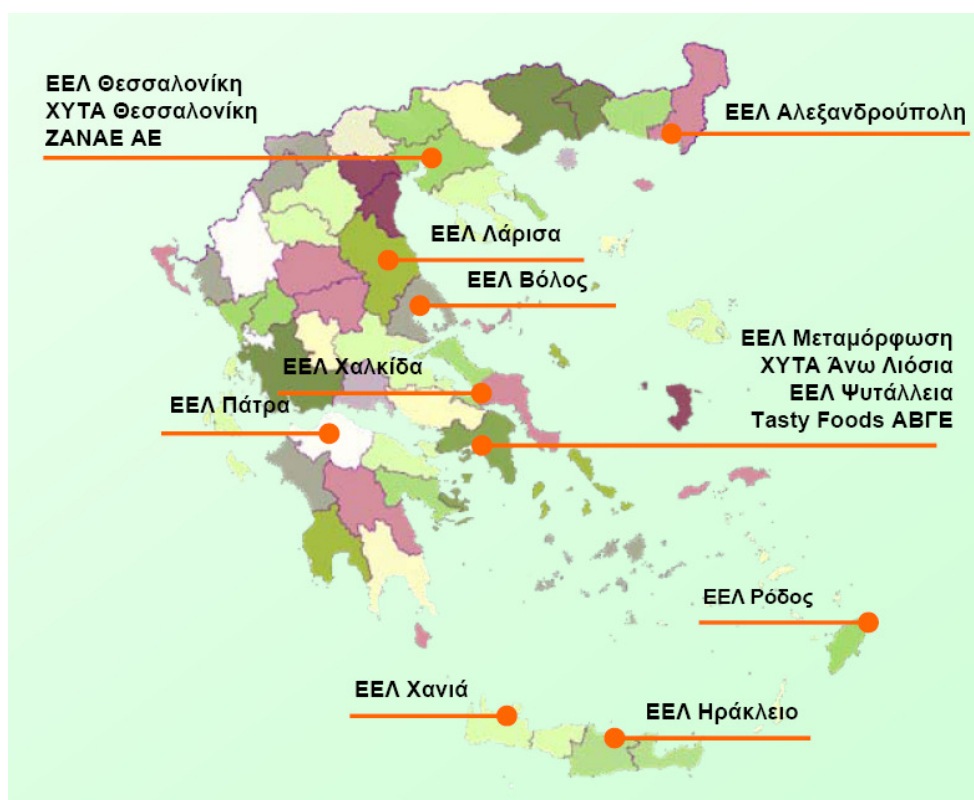
Βασιζόμενες στις εκθέσεις που υποβλήθηκαν στα πλαίσια του Πακέτου Εργασίας 2 από τους συμμετέχοντες στο έργο BiG>EAST.

Το τεύχος αυτό αποτελεί μέρος μιας σειράς έξι εκθέσεων που αφορούν στις χώρες του έργου BiG>East: Βουλγαρία, Κροατία, Ελλάδα, Λετονία, Ρουμανία και Σλοβενία. Απευθύνεται κυρίως σε πολιτικούς, ερευνητές, διαμορφωτές πολιτικής και το ευρύ κοινό.

2 Καταγραφή των υφιστάμενων μονάδων βιοαερίου

2.1 Παρούσα κατάσταση

Ο όρος «βιοαέριο» υποδηλώνει ένα μεγάλο εύρος όχι μόνο των τρόπων με τους οποίους παράγεται αλλά και των τεχνολογιών με τις οποίες αξιοποιείται. Βιοαέριο μπορεί να παραχθεί με την χώνευση ή μπορεί να συλλεχθεί από χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων. Κατά την διάρκεια του έτους 2007 δεκαπέντε μονάδες βιοαερίου λειτούργησαν στην Ελλάδα όπως φαίνεται στο **Σχήμα 1**¹. Η συλλογή των απαιτούμενων στοιχείων γίνεται μέσω μιας απογραφής που επαναλαμβάνεται από το ΚΑΠΕ σε ετήσια βάση. Στις περισσότερες των περιπτώσεων η εκμετάλλευση του βιοαερίου καλύπτει θερμικές ανάγκες των μονάδων. Παρ' όλα αυτά η εγκατεστημένη ισχύς των μονάδων ηλεκτροπαραγωγής από βιοαέριο ανήλθε σε 37,4 MW και η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια ανήλθε σε 155,9 GWh². Το μεγαλύτερο τμήμα της ενέργειας παρήχθη στην Αθήνα λόγω της λειτουργίας μονάδων βιοαερίου στην Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ) της Ψυτάλλειας και στον Χώρο Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) Άνω Λιοσίων, χώροι οι οποίοι επεξεργάζονται υγρά και στερεά απόβλητα αντίστοιχα.



Σχήμα 1: Μονάδες βιοαερίου στην Ελλάδα (σε λειτουργία το έτος 2007)

¹ ΚΑΠΕ, Βάση δεδομένων Δ/σης Ενεργειακής Πολιτικής & Σχεδιασμού.

² ΔΕΣΜΗΕ (www.desmie.gr)

2.2 Προοπτικές

Βιοαέριο μπορεί να παραχθεί σχεδόν από όλα τα ήδη οργανικών αποβλήτων. Σήμερα στην Ευρώπη, υπάρχουν σχετικά περιορισμένοι όγκοι βιοαερίου που προέρχονται από ΕΕΛ, ΧΥΤΑ και βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Ο μεγάλος όγκος βιοαερίου το 2020 προβλέπεται ότι θα προέρχεται από μεγάλες κεντρικές μονάδες συγχώνευσης και κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις οι οποίες θα έχουν ενσωματωθεί στην γενικότερη δομή του τομέα της κτηνοτροφίας και της επεξεργασίας τροφίμων³.

Στην Ελλάδα η κατάσταση είναι κάπως διαφορετική καθώς η παραγωγή βιοαερίου προέρχεται κυρίως από ΕΕΛ, ΧΥΤΑ και μια δύο βιομηχανικές εφαρμογές. Αν και σε επίπεδο χώρας υπάρχει σημαντικό δυναμικό οργανικών αποβλήτων και ειδικότερα ζωικά απόβλητα, σήμερα δεν υπάρχουν μικρής κλίμακας αγροτο-κτηνοτροφικές μονάδες (farm-scale plants).

Παρ' όλα αυτά στα πλαίσια της αδειοδοτικής διαδικασίας των ενεργειακών έργων και σύμφωνα με στοιχεία της Ρυθμιστικής Ενέργειας (ΡΑΕ, 2008) οι περισσότερες αιτήσεις για Άδεια Παραγωγής αφορούν σε έργα βιοαερίου από ΧΥΤΑ ή ΕΕΛ. Ήδη έργα εγκατεστημένης ισχύος 37MW λειτουργούν ενώ άλλα 3 έργα συνολικής ισχύος 12MW έχουν εξασφαλίσει Άδεια Παραγωγής από την ΡΑΕ (**Πίνακας 1**). Με δεδομένη την δημοσιοποιημένη πρόθεση της ΕΥΔΑΠ για την επέκταση της εγκατάστασης στην Ψυτάλλεια κατά 4,25MW και τη δημιουργία μονάδων στην Μεταμόρφωση (Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων) και στη νέα εγκατάσταση ΕΕΛ Δυτικής Αττικής – Θριάσιο (0,19MW) εκτιμάται ότι 4-5 νέες μονάδες στην Ελλάδα βρίσκονται σε διαφορετικά στάδια σχεδιασμού. Επιπρόσθετα, η ΔΕΥΑ Λάρισας τον Οκτώβριο του 2007 αιτήθηκε στην ΡΑΕ για μονάδα βιοαερίου στον ΧΥΤΑ Λάρισας στο Μακρυχώρι (θέση Δ.Δ. Παραπόταμος).

Πίνακας 1: Έργα Βιοαερίου με Άδεια Παραγωγής⁴

Θέση	Αριθμός Άδειας	Εγκατεστημένη ισχύς	Τύπος καυσίμου
Ξάνθη	ΑΔ.0310	9.5MW	Δημοτικά Απορρίμματα
Βόλος	ΑΔ.0805	1.72MW	Δημοτικά Απορρίμματα
Λάρισα	ΑΔ. 0841	0.6MW	Βιολογικός Καθαρισμός

³ Nielsen J. and P. Oleskowicz-Popiel (2007): The future of Biogas in Europe: Visions and Targets until 2020, European Biogas Workshop The Future of Biogas in Europe – III, Esbjerg, Denmark.

⁴ Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ), www.rae.gr

3 Χρήση των αποβλήτων για παραγωγή βιοαερίου

Πρώτη ύλη για μονάδες AX μπορεί να προέλθει κυρίως από τρεις μεγάλες κατηγορίες (πηγές αποβλήτων):

- Δημοτικά απόβλητα (πχ. αέριο χωματερής και βιολογικούς καθαρισμούς)
- Βιομηχανικά απόβλητα (πχ. τυροκομεία, βιομηχανίες ποτών και τροφίμων, σφαγεία)
- Αγροτικά απόβλητα και ενεργειακές καλλιέργειες (πχ. απόβλητα βουστασίων, χοιροτροφικών και πτηνοτροφικών μονάδων, ενεργειακές καλλιέργειες και αγροτικά υπολείμματα).

Οι παραγόμενες ποσότητες δημοτικών στερεών αποβλήτων διατίθενται σε χώρους ταφής απορριμμάτων όπου η οργανική ύλη αποσυντίθεται παράγοντας αέριο χωματερής. Για το λόγο αυτό, το αέριο χωματερής αποτελεί ένα ελκυστικό σύστημα παραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας και είναι μία ήδη γνωστή και δοκιμασμένη τεχνολογία στην Ελλάδα. Επιπρόσθετα, το βιοαέριο που προέρχεται από την αναερόβια χώνευση των λυμάτων των βιολογικών καθαρισμών χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας.

Η διαχείριση των στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα έχει βελτιωθεί την τελευταία δεκαετία σε ότι αφορά στην συλλογή, την ανακύκλωση και στην ανάπτυξη υποδομών. Η συνολική παραγόμενη ποσότητα αστικών απορριμμάτων στην Ελλάδα αυξήθηκε την τελευταία δεκαετία από 3,2 εκατομμύρια τόνους το 1995 σε 4,447 εκατομμύρια τόνους το 2000 και 4,710 εκατομμύρια τόνους το 2003. Εκτιμάται ότι το 2006 η παραγωγή απορριμμάτων ανήλθε στα 5 εκατομμύρια τόνους. Η διάθεση των απορριμμάτων σε χώρους ταφής αποτελεί την βασική μέθοδο διαχείρισης (πάνω από το 90% των παραγόμενων ποσοτήτων).

Η ΚΥΑ 50910/2727/03 αντικατοπτρίζει την δέσμευση της Ελλάδας να κλείσει όλες τις παράνομες χωματερές έως ο τέλος του 2008 και να μειώσει το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των απορριμμάτων στο 35% το 2020. Ενδιάμεσοι στόχοι είναι: 75% το 2010 και 50% το 2013. Οι στόχοι θα επιτευχθούν με την ανακύκλωση και την λειτουργία μονάδων κομποστοποίησης σε όλες σχεδόν τις περιφέρειες της χώρας και με την πλήρη εφαρμογή συστημάτων διαχωρισμού επιλεγμένων ρευμάτων αποβλήτων. Αξίζει να σημειωθεί ότι δεν υπάρχει ειδικό σύστημα διαλογής στην πηγή του οργανικού κλάσματος των δημοτικών αστικών αποβλήτων.

Η επεξεργασία των λυμάτων σε όλη την Ευρώπη έχει βελτιωθεί σημαντικά συγκρινόμενη με την δεκαετία του '80. Οι δράσεις στον τομέα αυτό βασίζονται στην Οδηγία 91/271/EK. Σημαντική πρόοδος έχει γίνει στη διαχείριση των λυμάτων και το 2006 το 74% περίπου του πληθυσμού εξυπηρετούνταν από Βιολογικούς Καθαρισμούς. Σύμφωνα με το Υπουργείο Περιβάλλοντος το 2008 θα εξυπηρετείται το 90% του πληθυσμού και στο άμεσο μέλλον 151 νέες Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων θα κατασκευαστούν σε όλη την Ελλάδα.

Η παραγωγή βιοαερίου από μία σειρά βιομηχανικών αποβλήτων αποτελεί επίσης ελκυστική εναλλακτική για τον βιομηχανικό τομέα στην Ελλάδα. Σε περιπτώσεις όπως οι βιομηχανίες τροφίμων τα απόβλητα περιέχουν μεγάλες ποσότητες βιοαποικοδομήσιμης οργανικής ύλης, με τρόπο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή βιοαερίου και χρήση της θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας. Στην περίπτωση αυτή η αναερόβια χώνευση μπορεί να θεωρηθεί ως μία μέθοδος παραγωγής ενέργειας παρά ως μέθοδος διαχείρισης αποβλήτων.

Στην Ελλάδα τα πρόβατα και οι αίγες αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό των πληθυσμών ζώων και εκτρέφονται από βοσκούς. Το μεγαλύτερο ποσοστό της κτηνοτροφίας είναι εκτατική και οι παραγόμενες ποσότητες αποβλήτων διασπείρονται στο έδαφος⁵.

Δεδομένου ότι η κτηνοτροφία είναι εκτατική οι δυνητικοί χρήστες της παραγωγής βιοαερίου είναι κτηνοτροφικές μονάδες και μάλιστα μεσαίου και μεγάλου μεγέθους. Αξίζει να αναφερθεί ότι αν και η Ελλάδα παρουσιάζει υψηλό δυναμικό οργανικών αποβλήτων και κυρίως ζωικών δεν υπάρχει μονάδα βιοαερίου κλίμακας αγροκτήματος. Επιπρόσθετα, μία κεντρική μονάδα ΑΧ αποτελεί μία εφικτή εναλλακτική και υποσχόμενη λύση για το μέλλον.

Γενικά στην Ελλάδα, η Αναερόβια χώνευση (ΑΧ) χρησιμοποιείται ως μία μέθοδος διαχείρισης αποβλήτων και δεν συνοδεύεται από την παραγωγή βιοαερίου και ενέργειας (τουλάχιστον όχι σε ευρεία κλίμακα μέχρι στιγμής). Η προσέγγιση είναι αυτή της διάθεσης των αποβλήτων μετά από κάποια επεξεργασία παρά η υιοθέτηση μιας γνωστής και ολοκληρωμένης τεχνολογίας όπως η αναερόβια χώνευση για την παράλληλη παραγωγή βιοαερίου και την χρήση του υπολείμματος ως εδαφοβελτιωτικό. Επιπρόσθετα, η διάθεση ανεπεξέργαστων αποβλήτων δεν έχει δημιουργήσει σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα ως τώρα σε σύγκριση με άλλα κράτη μέλη (πχ. χώρες της Δυτικής Ευρώπης). Έτσι, η υλοποίηση σχημάτων βιοαερίου για την μείωση της ρύπανσης των υδάτων και του εδάφους δεν ήταν τόσο επιτακτική μέχρι σήμερα. Με την διαθεσιμότητα της πρώτης ύλης και την κατάλληλη υποδομή οι συνθήκες για την δημιουργία μονάδων βιοαερίου στην Ελλάδα είναι μία επιλογή. Οι επιλογές χωροθέτησης των μονάδων είναι πολλές και οι μονάδες μπορεί να βρίσκονται κεντρικά ή αποκεντρωμένα αναλόγως τις απαιτήσεις.

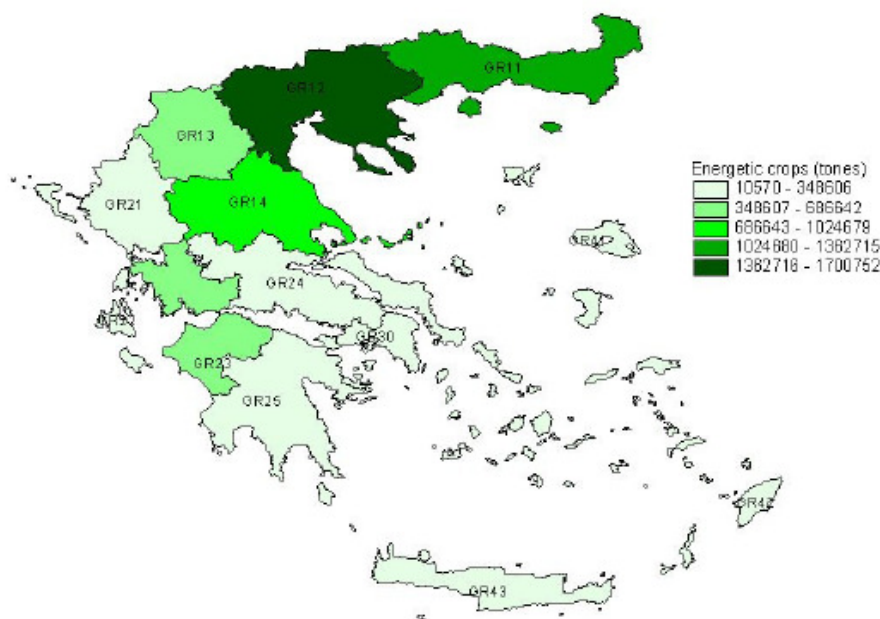
⁵ Chatziathanassiou A., I. Boukis (2000). Constrains and Strategy for the Development of Anaerobic Digestion in Livestock Farming in Greece. 1st World Conference on Biomass for Energy and Industry, Sevilla Spain 5-9 June 2000.

4 Διαθεσιμότητα πρώτης ύλης και διάρθρωση του αγροτικού τομέα

Οι παράγραφοι που ακολουθούν συνοψίζουν τα ευρήματα των παραδοτέων των υποέργων 2.3 και 2.4 που συντάχθηκαν από την MANGUS, τους Ρουμάνους εταίρους του έργου BIG>EAST.

4.1 Ενεργειακές καλλιέργειες

Το **Σχήμα 2** παρουσιάζει το θεωρητικό δυναμικό των ενεργειακών καλλιεργειών που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για επενδύσεις βιοαερίου στην Ελλάδα. Οι ενεργειακές καλλιέργειες στην παρούσα εκτίμηση αφορούν στο σύνολο της βιομάζας που παράγεται στις καλλιεργούμενες εκτάσεις. Το μεγαλύτερο τμήμα του δυναμικού αυτού χρησιμοποιείται για παραγωγή τροφίμων και στην κτηνοτροφία. Η χωρική κατανομή του δείχνει την ύπαρξη του υψηλότερου δυναμικού στην περιφέρεια GR12 (Κεντρική Μακεδονία) και του χαμηλότερου στην GR22 (Ιόνια νησιά).

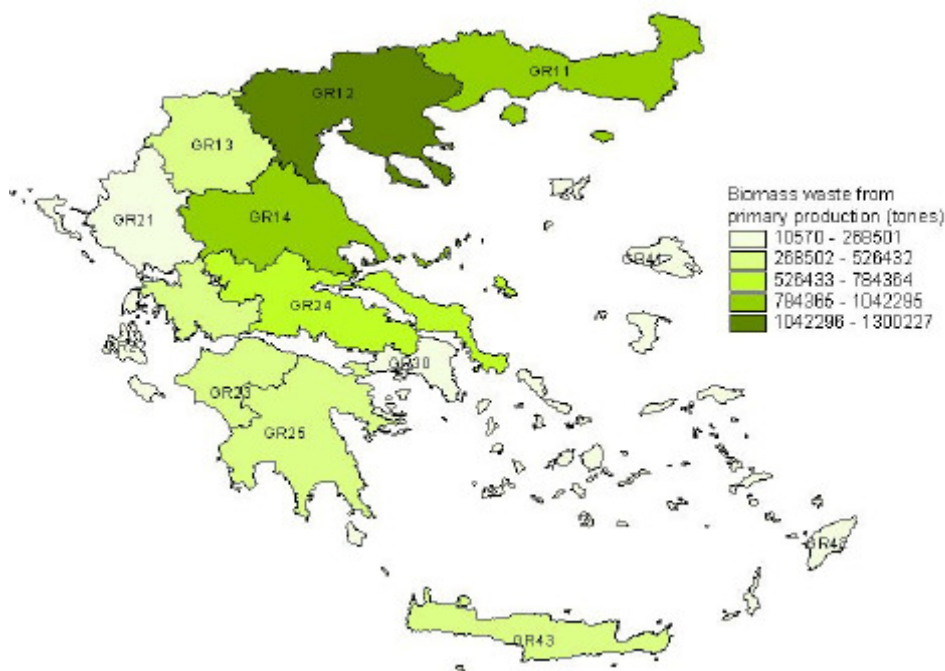


Σχήμα 2: Δυναμικό πρώτης ύλης προερχόμενο από ενεργειακές καλλιέργειες

4.2 Γεωργικά υπολείμματα

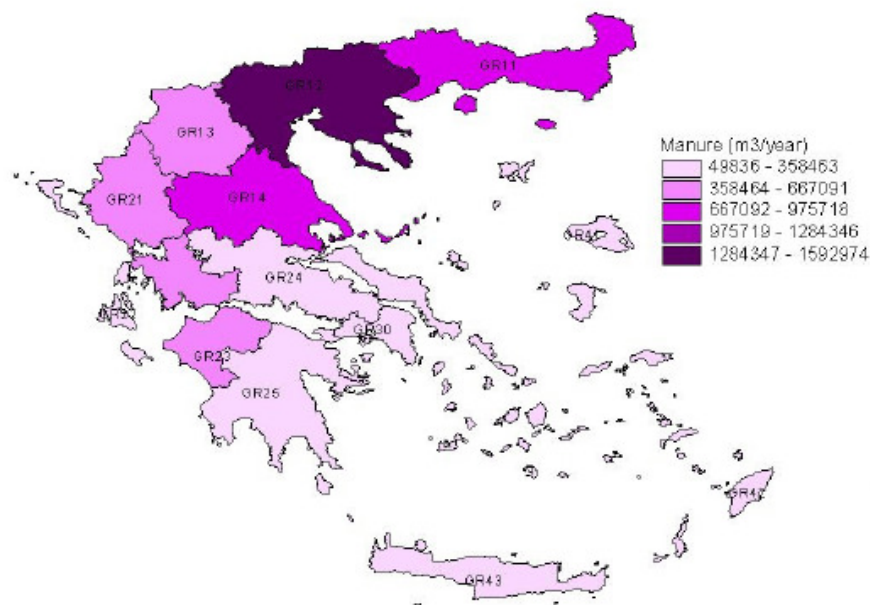
Τα γεωργικά υπολείμματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή ενέργειας. Κάποια από αυτά θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή βιοαερίου. Η συνολική ποσότητα γεωργικών υπολειμμάτων καθορίζει το «θεωρητικό δυναμικό». Όμως δεν είναι τεχνικά διαθέσιμα όλα τα υπολείμματα. Τα υπολείμματα από ετήσιες καλλιέργειες (πχ. καλαμπόκι, βαμβάκι, δημητριακά), ελαιόδεντρα και αμπέλια αποτελούν τις βασικές κατηγορίες αγροτικών υπολειμμάτων στην Ελλάδα. Ένα τμήμα από αυτά μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ενέργειας γενικά, και κάποιο από αυτά για παραγωγή βιοαερίου (θεωρητικό δυναμικό) (**Σχήμα 3**). Η παραγωγή υπολειμμάτων ανά εκτάριο

βασίστηκε σε βιβλιογραφικά δεδομένα ⁶ και δεδομένα της Eurostat. Τα ζωικά απόβλητα εκτιμήθηκαν λαμβάνοντας υπόψη τα διαφορετικά είδη και βάρος των ζώων και την παραγωγή αποβλήτων τους ανά έτος σε λίτρα (**Σχήμα 4**). Τα πιο σημαντικά είδη αποβλήτων για εκμετάλλευση βιοαερίου είναι αυτά των βοοειδών, των χοίρων και των πτηνών. Τα ζωικά απόβλητα των άλλων ζώων, όπως τα πρόβατα και οι αίγες σκορπίζονται στις βοσκούμενες εκτάσεις και για τον λόγο αυτό δεν μπορούν να αξιοποιηθούν (εκτατική κτηνοτροφία).



Σχήμα 3: Αγροτικά υπολείμματα από την πρωτογενή παραγωγή (γεωργία)

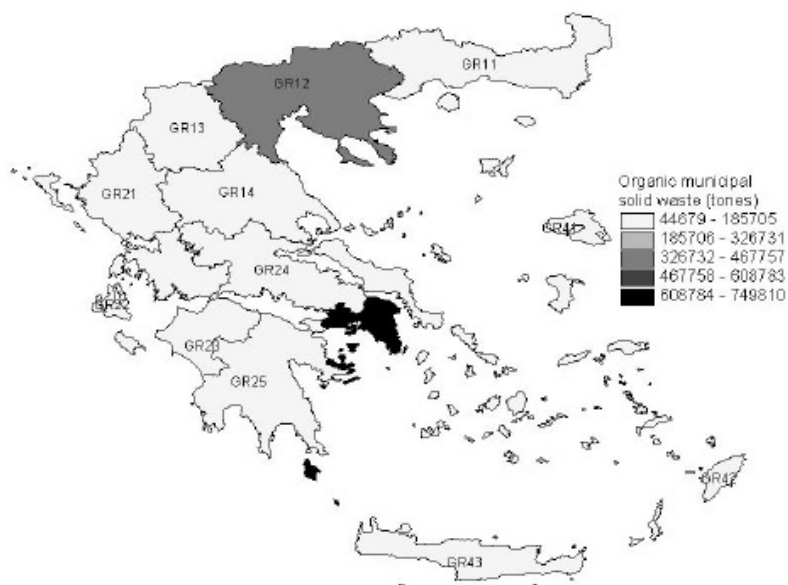
⁶ Energy Potential of Biomass – research in Greece region, Apostolakis – Kyritsis – Souter, 1987



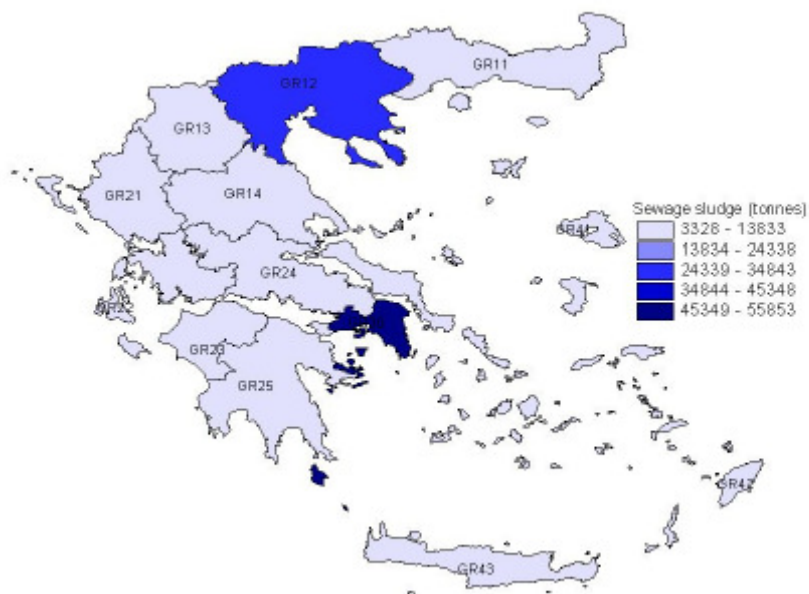
Σχήμα 4: Αγροτικά απόβλητα από την δευτερογενή παραγωγή (κτηνοτροφία)

4.3 Δημοτικά απόβλητα και λύματα

Σύμφωνα με δεδομένα για τον πληθυσμό και τον τουρισμό στην Ελλάδα και την μέση παραγωγή απορριμμάτων ανά κάτοικο και ημέρα (1.14kg/κάτοικο/ημέρα για το 2001 σύμφωνα με την ΚΥΑ 50910/2727/23.12.2003) και ανά τουρίστα (ενδεικτικά θεωρήθηκε η ίδια παραγωγή) και την αναλογία των ζυμώσιμων υλικών (47% για το 2001 σύμφωνα με την ΚΥΑ 50910/2727/23.12.2003) τα **Σχήματα 5 και 6** δείχνουν την παραγωγή οργανικών δημοτικών στερεών αποβλήτων και τα λυμάτων αντίστοιχα.



Σχήμα 5: Οργανικά Δημοτικά Στερεά απόβλητα



Σχήμα 6: Λύματα

4.4 Δυναμικό βιοαερίου

Τα βασικά ευρήματα του υποέργου 2.3 ήταν τα ακόλουθα:

- Μόνο το θεωρητικό δυναμικό εκτιμήθηκε, στα πλαίσια του έργου, σύμφωνα με την συνολική παραγωγή βιομάζας. Η εκτίμηση της δυνητικής παραγωγής βιοαερίου βασίστηκε στην παραδοχή ότι οι μονάδες βιοαερίου θα αναπτυχθούν πρώτα εκμεταλλεόμενες τα οργανικά απόβλητα και μετά τις ενεργειακές καλλιέργειες.
- Η ετήσια παραγωγή βιομάζας και η αντίστοιχη θεωρητική παραγωγή βιοαερίου στις έξι χώρες παρουσιάζεται στον Πίνακα που ακολουθεί. Οι εκτιμήσεις δεν λαμβάνουν υπόψη τις ενεργειακές καλλιέργειες. Η Ελλάδα εμφανίζει υψηλό δυναμικό για παραγωγή βιοαερίου σε ότι αφορά στον αγροτικό τομέα (αγροτικά υπολείμματα και ζωικά απόβλητα) και αέριο χωματερών.
- Η εκτίμηση ότι το 30%⁷⁸⁹¹⁰ των οργανικών αποβλήτων της γεωργίας και των δημοτικών αποβλήτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή βιοαερίου δίνει ένα αποτέλεσμα της τάξης των 30TWh/έτος στις πέντε χώρες (εκτός της Κροατίας).

⁷ Nielsen C., Larsen J., Iversen F., Morgen C., Holm Christensen B. (2005), Integrated biomass utilization system. Baltic Biorefinery Symposium, Aalborg University Esbjerg.

⁸ Kim. S., Dale B.E., (2004), Global potential bioethanol production from wasted crops and crop residues. "Biomass and Bioenergy", Vol.26, 361-375.

⁹ Sanders J., (2005) Biorefinery, the bridge between Agriculture and Chemistry. Wageningen University and Research centre. IEA Workshop: Energy Crops & Bioenergy, Utrecht, NL, 22.th of September, 2005.

¹⁰ Robert D. Perlack, Lynn L. Wright, Anthony F. Turhollow, Robin L. Graham, et al. Environmental Sciences Division, Oak Ridge National Laboratory: Biomass as feedstock for a bioenergy and bioproducts industry: the technical feasibility of a billion-ton annual supply, 2005

REGIONS	SURFACE	BIOMASS PRODUCTION (tonnes * 10 ³)					BIOGAS EQUIVALENT (m ³ *10 ⁴)					TOTAL		
		NUTS	Ha *10 ³	EC	AWPP	AWSP	OSW	SS	FPW	AWPP	AWSP		OSW	SS
SI005	26					18	0	6	0	0	358	3	145	30
SI00A	146					26	7	3	0	0	533	109	69	43
SI003	104					35	4	3	0	0	703	64	62	50
LV005	31					34	5	4	0	1	684	77	85	51
GR22	230	11	11	50	59	4	0	0	202	880	1204	66	0	141
SI001	134					96	37	1	0	0	1943	550	25	181
SI00D	268					97	15	26	0	0	1970	229	598	168
SI006	89					74	5	58	0	0	1502	73	1362	176
SI00B	233					93	12	46	0	0	1878	173	1058	187
LV007	1013	2516	110	29	16	5	9	0	2092	504	331	80	205	193
LV008	1526	3063	127	42	12	2	6	0	2416	743	251	29	131	214
LV003	1360	3562	137	37	11	8	14	0	2615	660	232	116	326	237
SI00C	104					165	55	31	0	0	3308	827	724	296
GR41	384	38	137	78	45	3	0	0	2605	1374	907	50	0	298
SI009	214					196	53	56	0	0	3975	796	1279	363
GR42	532	37	76	165	93	7	0	0	1446	3270	1695	104	0	402
SI002	217					189	53	120	0	0	3818	793	2822	446
LV005	1455	2965	117	46	14	4	233	0	2225	815	275	64	5465	531
SI004	238					350	95	57	0	0	7100	1431	1343	592
SI00E	256					293	90	122	0	0	5942	1343	2862	609
LV009	1074	8109	422	37	11	5	64	0	8061	651	220	69	1493	630
GR43	831	12	401	106	147	11	0	0	7659	1870	2984	164	0	761
GR21	916	107	107	649	72	5	0	0	2038	11461	1468	81	0	903
GR13	947	591	320	433	60	4	0	0	6116	7741	1218	67	0	909
RO32	1062	940	311	14	335	11	90	0	5939	245	6793	165	2105	918
GR25	1551	83	500	225	135	10	0	0	9536	3988	2734	150	0	984
GR24	1555	341	542	253	125	9	0	0	10343	4464	2542	140	0	1049
GR30	381	19	81	79	750	56	0	0	1544	1393	15221	838	0	1140
HR1	867	5922	125	169	301	368	117	0	2380	2984	6118	5526	2745	1185
GR23	1132	352	416	547	150	11	0	0	7935	9666	3046	168	0	1249
HR3	2471	1074	19	27	419	512	163	0	360	477	8501	7677	3816	1250
HR2	2322	16438	404	272	245	300	95	0	7718	4799	4978	4496	2235	1454
GR11	1418	1247	898	762	124	9	0	0	17166	13449	2527	139	0	1997
GR14	1405	854	983	791	154	11	0	0	18761	13965	3117	172	0	2161
BG11	1029	1520	190	1561	221	10	20	0	3619	27561	4491	156	465	2179
GR16	3410	4757	721	189	381	631	102	0	13763	3329	7742	10217	2399	2247
BG23	1465	1459	267	2253	387	18	35	0	5091	39785	7859	273	814	3229
GR12	1917	1701	1300	1593	389	29	0	0	24821	28132	7902	435	0	3577
GR11	3416	7329	1825	229	411	850	110	0	34841	4045	8336	12749	2583	3753
RO42	3203	7882	2231	122	290	734	78	0	42588	2155	5890	11005	1825	3808
BG21	2031	663	219	2305	557	45	86	0	4177	40706	19430	676	2011	4020
BG12	1827	3836	378	2842	513	24	46	0	7216	50188	10422	363	1079	4156
RO21	3686	9676	2230	301	558	1028	150	0	42665	5319	11332	15419	3511	4689
RO41	2921	11743	3315	154	343	290	92	0	63287	2711	6960	4347	2165	4768
BG13	1997	5204	518	4368	616	29	54	0	9879	77135	12511	428	1274	6074
BG22	2752	1985	400	5320	867	41	78	0	7636	93947	17610	613	1823	7298
RO22	3576	16279	5332	163	442	696	119	0	120875	2317	8975	10441	2781	8788
RO31	3445	17738	8735	217	495	809	133	0	128656	3824	10059	12132	3117	9467
TOTAL	62283	140042	32996	26453	11815	7072	2424	0	628171	467167	239840	106082	56797	89883

4.5 Δομή του αγροτικού τομέα

Τα στοιχεία για την Ελλάδα προέκυψαν κυρίως από την Απογραφή Γεωργίας-Κτηνοτροφίας 1999-2000 και την Έρευνα Γεωργίας-Κτηνοτροφίας του 2006. Τα βασικά αποτελέσματα της Απογραφής Γεωργίας-Κτηνοτροφίας 1999-2000 είναι τα ακόλουθα:

- Στην Ελλάδα υπάρχουν 817.060 εκμεταλλεύσεις με συνολική έκταση 3.875.180 εκτάρια.
- Υπάρχουν 394.950 εκμεταλλεύσεις με έκταση 440.020 εκτάρια με μέσο όρο ανά εκμετάλλευση τα 2 εκτάρια. Το μεγαλύτερο ποσοστό βρίσκεται μεταξύ 2-5 εκτάρια με συνολική έκταση 797.380 εκτάρια (226.500 εκμεταλλεύσεις). Οι περιοδικές καλλιέργειες κυριαρχούνται από σκληρό σιτάρι (587.190 εκτάρια), μαλακό σιτάρι (157.420 εκτάρια), βαμβάκι (382.800 εκτάρια), βιομηχανικά φυτά (476.360 εκτάρια) και καλαμπόκι (183.320 εκτάρια). Οι μόνιμες καλλιέργειες κυριαρχούνται από τα ελαιόδεντρα (737.160 εκτάρια).
- Το ζωικό κεφάλαιο αποτελείται κυρίως από πρόβατα και αίγες (8.752.670 και 5.327.200 ζώα αντίστοιχα). Υπάρχουν επίσης 28.330 εκμεταλλεύσεις με 652.390 βοοειδή και 36.250 εκμεταλλεύσεις με 969.850 χοίρους.

Σύμφωνα με την Έρευνα Γεωργίας-Κτηνοτροφίας του 2006:

- Το ζωικό κεφάλαιο αποτελείται κυρίως από πρόβατα και αίγες (119.355 εκμεταλλεύσεις με 9.031.645 ζώα και 123.348 εκμεταλλεύσεις με 4.986.423 ζώα αντίστοιχα). Υπάρχουν επίσης 23.437 εκμεταλλεύσεις με 684.057 βοοειδή και 34.721 εκμεταλλεύσεις με 1.055.057 χοίρους.
- Στην Κεντρική Μακεδονία υπάρχουν 1.273 εκμεταλλεύσεις και στην Θεσσαλία 735 εκμεταλλεύσεις με περισσότερα από 50 βοοειδή. Την ίδια περίοδο υπάρχουν

238 εκμεταλλεύσεις στην Θεσσαλία και 127 εκμεταλλεύσεις στην Δυτική Ελλάδα με περισσότερους από 100 χοίρους (Πίνακας 2 και 3).

Πίνακας 2: Εκμεταλλεύσεις με βοοειδή ανά περιφέρεια κατά μέγεθος, το 2006

Region	Total	1-2	3-5	6-9	10-19	20-29	30-49	50 and over
Total	23.437	4.463	4.431	2.844	3.759	1.827	2.090	4.023
East Macedonia and Thrace	5.053	1.120	1.215	732	728	312	350	596
Central Macedonia	4.966	582	720	540	819	462	570	1.273
West Macedonia	2.320	354	420	320	516	252	196	262
Thessaly	2.104	460	225	159	186	132	207	735
Epirus	1.327	216	156	105	153	89	182	426
Ionian islands	479	144	118	56	80	32	26	23
Western Greece	1.803	366	236	141	279	168	221	392
Central Greece	702	168	162	0	88	51	80	153
Peloponnese	1.089	306	256	150	172	64	69	72
Attica	115	30	18	14	20	5	12	16
North Aegean	979	170	252	168	210	96	60	23
South Aegean	2.218	435	584	435	468	152	99	45
Crete	282	112	69	24	40	12	18	7

Πίνακας 2: Εκμεταλλεύσεις με χοίρους ανά περιφέρεια κατά μέγεθος, το 2006

Region	Total	1-2	3-9	10-19	20-29	30-49	50-99	100 and over
Total	34.721	22.797	6.734	2.088	981	631	636	854
East Macedonia and Thrace	1.826	1.194	404	0	66	60	36	66
Central Macedonia	2.431	1.330	480	225	212	0	72	112
West Macedonia	3.372	2.484	639	166	0	33	25	25
Thessaly	4.593	3.333	606	132	80	100	104	238
Epirus	879	531	164	46	18	23	18	79
Ionian islands	671	384	240	0	16	6	14	11
Western Greece	6.858	4.270	1.428	460	183	208	182	127
Central Greece	3.673	2.660	624	240	0	45	36	68
Peloponnese	2.191	1.510	405	128	48	36	24	40
Attica	318	152	84	28	8	14	10	22
North Aegean	2.176	1.413	504	160	48	30	18	3
South Aegean	2.529	1.392	640	272	98	76	43	8
Crete	3.204	2.144	516	231	204	0	54	55

5 Αναβάθμιση βιοαερίου και έγχυση στο δίκτυο φυσικού αερίου

5.1 Δίκτυο φυσικού αερίου

Η εισαγωγή του φυσικού αερίου στο Ελληνικό Ενεργειακό Σύστημα μπορεί να συγκριθεί σε μέγεθος μόνο με τον εξηλεκτρισμό της χώρας. Το φυσικό αέριο είναι μία αποτελεσματική και σύγχρονη μορφή ενέργειας, περιβαλλοντικά φιλική και ασφαλής. Το Εθνικό Σύστημα Φυσικού Αερίου (**Σχήμα 7**) περιλαμβάνει^{11,12,13}:

- Τον κεντρικό αγωγό μεταφοράς αερίου συνολικού μήκους 599 χλμ. ο οποίος εκτείνεται από τον Προμαχώνα έως το Λαύριο Αττικής και από την Θεσσαλονίκη έως τους Κήπους.
- Κλάδους μεταφοράς, συνολικού μήκους 566 χλμ. που συνδέουν τις περιοχές της χώρας (την Ανατολική Μακεδονία και Θράκη, τη Θεσσαλονίκη, το Πλάτυ Ημαθίας, το Βόλο, την Βοιωτία, τα Οινόφυτα, την Αττική). Με την ολοκλήρωση του κλάδου της Κορίνθου το φθινόπωρο του 2007 το δίκτυο μεταφοράς θα ανέρχεται στα 600km. Εντός του 2007 ξεκίνησαν τα έργα για κατασκευή κλάδων προς Δυτική Θεσσαλία και Εύβοια πρόσθετου μήκους 119 χλμ.
- τους Μετρητικούς και Ρυθμιστικούς σταθμούς φυσικού αερίου.
- το Κέντρο Ελέγχου και Κατανομής Φορτίου.
- Κέντρα Λειτουργίας και Συντήρησης στην Αττική, τη Θεσσαλονίκη, τη Θεσσαλία και στην Ξάνθη.



Πηγή: ΔΕΣΦΑ, 2008

Σχήμα 7: Το Εθνικό Σύστημα Φυσικού Αερίου

¹¹ ΔΕΠΑ (2006), Ετήσια Έκθεση

¹² Ιστοσελίδα ΔΕΠΑ, www.depa.gr

¹³ Ιστοσελίδα ΔΕΣΦΑ, www.desfa.gr

5.2 Χαρακτηριστικά του δικτύου

Το φυσικό αέριο εισάγεται στη χώρα μας μέσω αγωγών υψηλής πίεσης. Η πορεία του συνεχίζεται μέσα από δίκτυα μέσης πίεσης (19bar), που έχουν αποδέκτες βιομηχανικούς καταναλωτές, καθώς και μέσα από δίκτυα χαμηλής πίεσης (4bar) που εξυπηρετούν οικιακές, εμπορικές και βιομηχανικές χρήσεις.

Ο αγωγός που διασχίζει τα ελληνο-βουλγαρικά σύνορα έχει διάμετρο 28 ίντσες και συνδέεται στον ελληνικό κεντρικό αγωγό Βορά-Νότου (ελληνο-βουλγαρικά σύνορα μέχρι την Αττική) ο οποίος είναι αγωγός υψηλής πίεσης (70bar) με διάμετρο 28 ίντσες επίσης¹⁴. Τα 87km μεταξύ Κομοτηνής, Αλεξανδρούπολης και Κήπων και οι κλάδοι μεταφοράς που συνδέουν τις περιοχές της χώρας αποτελούνται από αγωγούς υψηλής πίεσης.

Δίκτυα μέσης πίεσης έχουν αναπτυχθεί και συνεχίζουν να αναπτύσσονται σε Αττική, Θεσσαλονίκη, Λάρισα, Βόλο, Οινόφυτα, Θήβα, ευρύτερη περιοχή Χαλκίδας, Λαμία, Πλατύ Ημαθίας, Κιλκίς, Σέρρες, Δράμα, Ξάνθη, Καβάλα, Αλεξανδρούπολη, Κομοτηνή. Δίκτυα χαμηλής πίεσης έχουν αναπτυχθεί και συνεχίζουν να αναπτύσσονται σε Αττική, Θεσσαλονίκη, Λάρισα, Βόλο, Οινόφυτα, Κιλκίς, Ξάνθη, Κομοτηνή. Δίκτυα μέσης και χαμηλής πίεσης επεκτείνονται σε περιοχές όπως η Κεντρική Ελλάδα και Εύβοια, η Ανατολική Μακεδονία και Θράκη και η Κεντρική Μακεδονία από τις ΕΠΑ¹³.

5.3 Τεχνικές απαιτήσεις για έγχυση του βιομεθανίου στο δίκτυο του φυσικού αερίου

Το φυσικό αέριο είναι μείγμα υδρογονανθράκων σε αέρια κατάσταση. Αποτελείται κυρίως από μεθάνιο (CH₄) και ανήκει στη 2^η Οικογένεια των αερίων καυσίμων. Για τα φυσικά αέρια έχει οριστεί μια κατάσταση αναφοράς που καλείται «κανονική» κατάσταση και σε αυτή ανάγονται οι ποσότητές τους. Αυτή είναι οι 273,15K (0 °C) για τη θερμοκρασία και 1,01325 bar για την πίεση.

Η Υπουργική Απόφαση Δ1/1227/2007 «Καθορισμός διαδικασίας σύναψης, περιεχομένου και όρων των συμβάσεων για την άσκηση του δικαιώματος πρόσβασης και για τη χρήση του Εθνικού Συστήματος Φυσικού αερίου» (ΦΕΚ 135/Β/5.02.2007), καθορίζει την διαδικασία σύναψης, το περιεχόμενο και τους όρους των Συμβάσεων Μεταφοράς Φυσικού Αερίου που συνάπτονται για την άσκηση του δικαιώματος πρόσβασης και τη χρήση του Εθνικού Συστήματος Φυσικού Αερίου (Ε.Σ.Φ.Α.) και ειδικότερα το τμήμα του Ε.Σ.Φ.Α. που αποτελεί το Εθνικό Σύστημα Μεταφοράς Φυσικού Αερίου (Ε.Σ.Μ.Φ.Α.).

5.4 Δυνατότητα έγχυσης βιομεθανίου

Σύμφωνα με το άρθρο 39 του νόμου 3428/27.12.2005 «Απελευθέρωση της Αγοράς Φυσικού Αερίου» (ΦΕΚ 313/Α/2005):

«Η χρήση Συστημάτων Φυσικού Αερίου κατά τις διατάξεις του νόμου αυτού επιτρέπεται και για τη διακίνηση βιοαερίου, αερίου που παράγεται από Βιομάζα και άλλων τύπων αερίων, εφόσον αυτή είναι δυνατή, από τεχνική άποψη και πληρούνται οι προδιαγραφές ασφάλειας, αφού ληφθούν υπόψη οι απαιτήσεις ποιότητας και τα χημικά χαρακτηριστικά των αερίων αυτών».

¹⁴ Υπουργείο Ανάπτυξης (2007). 1η Έκθεση για τον Μακροχρόνιο Ενεργειακό Σχεδιασμό της Ελλάδας 2008-2020 Μέρος 1, Αθήνα, Αύγουστος..

6 Χρήση του βιοαερίου

Οι παράγραφοι που ακολουθούν συνοψίζουν το παραδοτέο του υπο-έργου 2.6 «τεχνικές δυνατότητες για την χρήση του βιοαερίου στην Ανατολική Ευρώπη» που συντάχθηκε από τους κ.κ Tobias Finsterwalder και Dominik Rutz.

6.1 Δυνατότητες παραγωγής βιοαερίου

Οι δυνατότητες για την παραγωγή βιοαερίου στις χώρες στόχο του έργου BiG>East είναι μεγάλες, ειδικά στον τομέα της διαχείρισης αποβλήτων. Η υλοποίηση έργων βιοαερίου θα δώσει την δυνατότητα για αποδοτική και περιβαλλοντικά αειφορική διάθεση των αποβλήτων, ενώ την ίδια στιγμή η παραγωγή σημαντικών ποσοτήτων ενέργειας θα βοηθήσει στην μείωση του αποτυπώματος άνθρακα των περιοχών αυτών. Γενικά, οι εμπλεκόμενες χώρες διαθέτουν ικανή υποδομή και πλαίσιο για την συλλογή αποβλήτων και ζωικών κοπριών, καθώς και σημαντικό δυναμικό στην ανάπτυξη ενεργειακών καλλιεργειών.

Υπάρχουν ικανά ρεύματα αποβλήτων για να υποστηρίξουν μία ποικιλία τεχνολογιών βιοαερίου και η πληθυσμιακή πυκνότητα είναι τέτοια που επιτρέπει την ανάπτυξη οικονομιών κλίμακας. Οι μονάδες βιοαερίου μπορούν να δημιουργηθούν κοντά σε υπάρχουσες πηγές αποβλήτων, βιομηχανικές ή αγροτικές υποδομές, απαιτώντας με τον τρόπο αυτό πολύ μικρά επιπρόσθετα μεταφορικά κόστη. Οι εμπλεκόμενες χώρες έχουν επίσης σημαντικούς αγροτικούς τομείς οι οποίοι μπορούν να εξασφαλίσουν τόσο την παροχή αποβλήτων, όσο και την αγορά για τα παραπροϊόντα της παραγωγής βιοαερίου όπως το κομπόστ και το υγρό εδαφοβελτιωτικό.

Για τον λόγο αυτό με υποδομές και εφοδιαστικές αλυσίδες στο μεγαλύτερο μέρος τους ήδη εγκατεστημένες και με τις απαιτούμενες ποσότητες αποβλήτων και έναν υγιή αγροτικό τομέα, οι προοπτικές είναι θετικές. Οι επιλογές για την χωροθέτηση μονάδων είναι πολλές τόσο κεντρικές όσο και αποκεντρωμένες ανάλογα τις απαιτήσεις.

6.2 Τεχνολογίες

Απόβλητα για τροφοδότηση μονάδων βιοαερίου μπορούν να συμπεριλάβουν τα οικιακά υπολείμματα τροφών, απόβλητα χώρων εστίασης ή supermarkets, βιοαπόβλητα και απόβλητα κήπων, ζωικά απόβλητα, άχυρο, λύματα, απόβλητα μονάδων επεξεργασίας τροφίμων, και άλλα οργανικά βιομηχανικά απόβλητα, καθώς και ενεργειακές καλλιέργειες όπως ενσίρωμα καλαμποκιού και χορτονομή. Κατά βάση όλα τα οργανικά και βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα υλικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιοαερίου.

Τα συστήματα βιοαερίου που χρησιμοποιούν ενεργειακές καλλιέργειες ως πρώτη ύλη είναι τεχνολογικά απλά και αξιόπιστα. Τα συστήματα βιοαερίου που επεξεργάζονται απόβλητα είναι κάπως πιο πολύπλοκα, λόγω της ανάγκης απαλλαγής από μολυσματικούς παράγοντες, αλλά και εδώ οι βασικές αρχές είναι οι ίδιες. Τα οργανικά υλικά χωνεύονται σε μεγάλες δεξαμενές με αναερόβια διαδικασία παράγοντας βιοαέριο, το οποίο στη συνέχεια χρησιμοποιείται ως καύσιμο.

Το υδαρές υλικό στο τέλος της διαδικασίας γνωστό ως χωνεμένο υπόλειμμα μπορεί να διαχωριστεί στο στερεό τμήμα, το οποίο αποτελεί κομπόστ υψηλής ποιότητας και ένα υγρό πλούσιο σε θρεπτικά κατάλληλο για απευθείας διάθεση στους αγρούς ως εδαφοβελτιωτικό.

6.3 Χρήση του βιοαερίου

Το βιοαέριο είναι ένας ευέλικτος ενεργειακός φορέας, κατάλληλος για πολλές διαφορετικές εφαρμογές. Αυτές συμπεριλαμβάνουν την ηλεκτροπαραγωγή, την παραγωγή θερμότητας, τη συνδυασμένη παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ) και τη χρήση του στις μεταφορές. Οι τεχνολογίες αυτές περιγράφονται στο εγχειρίδιο βιοαερίου που διατίθεται στην ιστοσελίδα του έργου BiG>East www.big-east.eu. Η αναβάθμιση του βιοαερίου στην ποιότητα του φυσικού αερίου (βιομεθάνιο) και η έγχυσή του στο δίκτυο του φυσικού αερίου περιγράφεται στο παραδοτέο του έργου BiG>East με τίτλο “Biogas purification and assessment of the natural gas grid in Southern and Eastern Europe” το οποίο βρίσκεται διαθέσιμο στην ίδια ιστοσελίδα. Παρ’ όλα αυτά η τεχνολογία αυτή είναι ακόμη νέα και χρειάζεται περαιτέρω ανάπτυξη. Η εφαρμογή της τεχνολογίας αναβάθμισης του βιοαερίου προτείνεται μόνο σε ειδικές περιπτώσεις και σε χώρες με εμπειρία στην παραγωγή βιοαερίου, όπως η Γερμανία, όπου 22 τέτοιοι σταθμοί βρίσκονται υπό κατασκευή.

Για την χρήση του βιοαερίου στις χώρες στόχο του έργου, θα ήταν εφικτό, όλα τα συστήματα και τμήματα να κατασκευαστούν και να εγκατασταθούν χρησιμοποιώντας εγχώρια τεχνολογία και ανθρώπινο δυναμικό. Η τεχνολογία θα πρέπει επίσης να είναι απλή παρά πολύπλοκη, καθώς οι απλές τεχνολογίες είναι πιο συμπαγείς, εύκολες στην συντήρηση και κατάλληλες για τις υπάρχουσες τοπικές υποδομές, σε περιπτώσεις όπου βρίσκονται στις πρώτες φάσεις ανάπτυξης.

Το πιο κατάλληλο σύστημα για τις χώρες στόχο του έργου BiG>East θεωρείται η συνδυασμένη παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ) σε μηχανή καύσης. Η τεχνολογία ΣΗΘ έχει καταστεί τυποποιημένη τεχνολογία για την χρήση του ηλεκτρισμού και της θερμότητας. Η ΣΗΘ από βιοαέριο θεωρείται πολύ αποδοτική για την παραγωγή ενέργειας. Πριν από αυτή το βιοαέριο πρέπει να αφυδατωθεί και να ξηραθεί. Μία μηχανή ΣΗΘ έχει απόδοση μέχρι 90% και παράγει 35% ηλεκτρική ενέργεια και 65% θερμότητα. Ένα σημαντικό στοιχείο για την οικονομική και ενεργειακή αποδοτικότητα της ΣΗΘ είναι η χρήση της παραγόμενης θερμότητας. Συνήθως, ένα μέρος της θερμότητας χρησιμοποιείται στους χωνευτές (θερμότητα διεργασίας) και περίπου τα 2/3 της παραγόμενης ενέργειας μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε άλλες χρήσεις.

Πολλές μονάδες βιοαερίου σε χώρες με καλή εγγυημένη τιμή για την ηλεκτρική ενέργεια (feed-in tariffs) και κανένα κίνητρο για την χρήση της θερμότητας, όπως η Γερμανία,

λειτούργησαν μόνο για ηλεκτροπαραγωγή, χωρίς χρήση της θερμότητας. Λόγω της απώλειας εσόδων από την πώληση της θερμότητας (και κάποιων άλλων λόγων όπως η αυξανόμενη τιμή των ενεργειακών καλλιεργειών), πολλοί ιδιοκτήτες μονάδων βιοαερίου στη Γερμανία αντιμετώπισαν σοβαρά οικονομικά προβλήματα το 2007 και 2008. Οι νέες μονάδες που θα δημιουργηθούν στις χώρες στόχο του έργου θα πρέπει, για το λόγο αυτό, να συμπεριλάβουν την χρήση της θερμότητας στον συνολικό σχεδιασμό.

Η θερμότητα από το βιοαέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε βιομηχανικές διεργασίες, αγροτικές δραστηριότητες ή θέρμανση χώρων. Η πιο κατάλληλη χρήση της θερμότητας είναι η βιομηχανία, καθώς οι απαιτήσεις είναι σταθερές ολόκληρο το έτος. Στις βιομηχανικές εφαρμογές σημαντικός παράγοντας είναι η θερμοκρασία. Η χρήση της θερμότητας για θέρμανση χώρων (μίνι-δίκτυα ή τηλεθέρμανση) είναι μία ακόμη εναλλακτική αν και απαιτούνται μεγάλα φορτία τον χειμώνα και μικρά το καλοκαίρι. Η θερμότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί επίσης για ξήρανση ή για διαχωρισμό του χωνεμένου υπολείμματος. Τέλος, η θερμότητα μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμένα συστήματα «ηλεκτρισμού, θερμότητας, δροσισμού». Αυτή η διεργασία είναι γνωστή από τα ψυγεία και χρησιμοποιείται π.χ. για την εν ψυχρώ αποθήκευση τροφίμων ή τον κλιματισμό.

7 Εκτίμηση των επιπτώσεων

7.1 Περιβαλλοντικά ζητήματα

Ατμοσφαιρικό περιβάλλον και εκπομπές

Η Αθήνα αποτελεί το γνωστότερο αστικό κέντρο με ατμοσφαιρική ρύπανση στη χώρα. Αν και τα επεισόδια ρύπανσης στις αγροτικές περιοχές είναι σπάνια η αναερόβια χώνευση αποτελεί σημαντικό παράγοντα στην μείωση των αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου (ΑΦΘ) και ειδικότερα του CO₂, καθώς η αξιοποίηση του βιοαερίου προσφέρει την δυνατότητα αντικατάστασης των ορυκτών καυσίμων. Ειδικά στην περίπτωση της βέλτιστης αξιοποίησης του βιοαερίου το συνολικό ισοζύγιο εκπομπών από την αναερόβια χώνευση είναι θετικό.

Αξίζει να σημειωθεί ότι αν και το βιοαέριο αποτελεί ενεργειακή πηγή μικρής συνεισφοράς σε άνθρακα, οι ποσότητες εξαρτώνται από τον τρόπο που παράγεται το βιοαέριο. Στην περίπτωση όπου το βιοαέριο προέρχεται από υπολείμματα, απόβλητα, ή ενεργειακές καλλιέργειες που αναπτύσσονται σε εγκαταλελειμμένα εδάφη, τότε παρουσιάζονται πλεονεκτήματα σε ότι αφορά στα ΑΦΘ. Αντίθετα, η μετατροπή καλλιεργήσιμων εκτάσεων για την παραγωγή ενεργειακών καλλιεργειών και βιοκαυσίμων δημιουργεί ένα «δάνειο άνθρακα» εκλύοντας περισσότερο CO₂ από ότι η συνολική μείωση που παρέχει αυτή η πρώτη ύλη αντικαθιστώντας ορυκτά καύσιμα (σε ανάλυση κύκλου ζωής). Για το λόγο αυτό οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις και θετικές επιδράσεις της αξιοποίησης του βιοαερίου απαιτούν προσεκτική αξιολόγηση και σχετίζονται με τη συγκεκριμένη θέση και έργο.

Το αναθεωρημένο Εθνικό Πρόγραμμα για τις κλιματικές αλλαγές, εκτιμά ότι η διείσδυση των ΑΠΕ μπορεί να συνεισφέρει μείωση των εκπομπών CO₂ της τάξης των 4,5 Mt CO₂-eq. Μεταξύ άλλων εκτιμάται ότι η Αναερόβια Χώνευση ζωικών αποβλήτων χοίρων (35% των ζώων το 2010 και 50% των ζώων το 2015 αντίστοιχα) μπορούν να συνεισφέρουν σε μείωση των αερίων του θερμοκηπίου κατά 60.000t CO₂-eq το 2010 και 83.000t CO₂-eq το 2015.

Σύμφωνα με εκτιμήσεις του ΚΑΠΕ¹⁵, βασιζόμενες σε συντηρητικά σενάρια, υπολογίζεται ότι η Αναερόβια Χώνευση ζωικών αποβλήτων και αποβλήτων σφαγείων και γαλακτοβιομηχανιών θα μπορούσε να τροφοδοτήσει μονάδες συμπαραγωγής συνολικής ισχύος 350 MW με μέση ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας 1.121.389 MWh. Αυτό σημαίνει μία έμμεση μείωση CO₂ της τάξης των 729kt ανά έτος.

¹⁵ Ζαφείρης Χρήστος (2007). Biogas in Greece. Current situation and prospectives. European Biogas Workshop proceedings "The Future of Biogas in Europe – III", University of Southern Denmark Esbjerg, Denmark 14-16 June 2007.

Οι οσμές είναι επίσης ένα πρόβλημα που εξαρτάται από κάθε συγκεκριμένη θέση και προκύπτει κυρίως από την διαχείριση της πρώτης ύλης και την αποθήκευσή της στην μονάδα βιοαερίου και την διεργασία της αναερόβιας χώνευσης. Μερικές από τις συστάσεις για μέτρα ελέγχου των οσμών είναι αυτές του περιορισμένου χρόνου αποθήκευσης, των διαδικασιών προσεκτικής διαχείρισης, της χρήσης συσκευών απόσμησης, όπου απαιτείται η χρήση τέτοιων συσκευών και η κάλυψη των επιμέρους τμημάτων.

Έδαφος και Υδάτινοι πόροι

Σε ότι αφορά στα απόβλητα υπάρχουν συγκεκριμένες προδιαγραφές στη χρήση των εκροών (ιλύς) των βιολογικών καθαρισμών στη γεωργία (Υ.Α. 80568/4225/91, η οποία εναρμονίζει στο εθνικό δίκαιο την Οδηγία 86/278/ΕΚ). Η Υπουργική αυτή απόφαση θέτει όρια για τις συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στην ιλύ και στην συνολική συγκέντρωση βαρέων μετάλλων στο έδαφος, μεθόδους δειγματοληψίας και ανάλυσης, περιπτώσεις όπου η χρήση απαγορεύεται, κ.λπ. Σε αυτή την Υπουργική απόφαση υπάρχουν επίσης όρια της ποσότητας βαρέων μετάλλων που μπορούν να διατεθούν στις καλλιεργήσιμες εκτάσεις ανά έτος (mg/εκτάριο/έτος) με βάση μέσο όρο δεκαετίας.

Σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Οδηγίας 91/676/ΕΕΚ για τη νιτρορύπανση (ΚΥΑ 195652/1906/1999, ΦΕΚ 1575/Β), επτά ευαίσθητες περιοχές σχετικά με τον κίνδυνο ρύπανσης από γεωργικές δραστηριότητες έχουν επιλεγεί (πεδιάδες Θεσσαλίας, Κωπαΐδας, Αγρολίδας, Θεσσαλονίκης, Πρέβεζας-Άρτας και οι λεκάνες του Πηνειού και του Στρυμόνα). Στις περιοχές αυτές η εφαρμογή ειδικών Προγραμμάτων Δράσης έχουν σχεδιαστεί και είναι υποχρεωτικά για τους αγρότες των περιοχών αυτών.

Παράλληλα, τα ζωικά απόβλητα, λύματα οικισμών και αγροτο-βιομηχανικά απόβλητα μπορεί να περιέχουν ουσίες (βακτήρια, ιούς, παράσιτα, βαρέα μέταλλα, επιβλαβείς οργανικές ουσίες) που δυνητικά μπορούν να αποτελέσουν απειλή για τη δημόσια υγεία ή το περιβάλλον¹⁶.

Τοπίο και χρήση γης

Το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού & Αειφόρου Ανάπτυξης για τις ΑΠΕ¹⁷ θέτει κανόνες χωροθέτησης των έργων αυτών ανάλογα με την μορφή ΑΠΕ και την γεωγραφική ενότητα. Σε ότι αφορά στο βιοαέριο ως κατάλληλοι χώροι θεωρούνται οι περιοχές που βρίσκονται κοντά στην παραγωγή και διάθεση της πρώτης ύλης. Το Πλαίσιο προσδιορίζει κατηγορίες ζωνών αποκλεισμού, αλλά δεν υποδεικνύει συγκεκριμένες θέσεις (όπως για παράδειγμα στην περίπτωση των αιολικών).

¹⁶ European Parliament 2008. Report on sustainable agriculture and biogas: a need for review of EU legislation (2007/2107(INI)).

¹⁷ Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.

Οι προτάσεις για χρήση των γεωργικών εκτάσεων που δεν χρησιμοποιούνται για την καλλιέργεια ενεργειακών φυτών, έχει ανοίξει κύκλο συζητήσεων, μεταξύ άλλων, σχετικά με τα αρνητικά αποτελέσματα σε σχέση με το αγροτικό τοπίο στην Ελλάδα (πχ. μείωση της βιοπικιλότητας, μεγάλη χρήση λιπασμάτων και παρασιτοκτόνων, αισθητική υποβάθμιση, μονοκαλλιέργεια και επιπτώσεις στο τοπίο). Μέχρι σήμερα διαφαίνεται ότι είναι προτιμότερη η αξιοποίηση βιοαερίου από ζωικά απόβλητα, υπολείμματα και απόβλητα, λύματα και αγροτο-βιομηχανικά υποπροϊόντα και ακατάλληλα φυτά για άλλους σκοπούς.

7.2 Κοινωνικοοικονομικά ζητήματα

Μερικά από τα κοινωνικά και οικονομικά ζητήματα που σχετίζονται με την αξιοποίηση βιοαερίου στην Ελλάδα είναι τα ακόλουθα:

- Αν και την τελευταία δεκαετία νέες μονάδες βιοαερίου κατασκευάστηκαν και λειτούργησαν, παραμένουν ακόμη εμπόδια που επιδρούν στην αξιοποίηση και ανάπτυξη του βιοαερίου στην Ελλάδα. Παρ' όλα αυτά καθώς το φυσικό αέριο διεισδύει όλο και περισσότερο στην ελληνική ενεργειακή αγορά, η παραγωγή βιοαερίου μπορεί να συμβάλει στην ενεργειακή διαφοροποίηση, ασφάλεια και αποδοτικότητα.
- Σύμφωνα με το άρθρο 39 του νόμου 3428/27.12.2005 «Απελευθέρωση της Αγοράς Φυσικού Αερίου» (ΦΕΚ 313/Α/2005):
«Η χρήση Συστημάτων Φυσικού Αερίου κατά τις διατάξεις του νόμου αυτού επιτρέπεται και για τη διακίνηση βιοαερίου, αερίου που παράγεται από Βιομάζα και άλλων τύπων αερίων, εφόσον αυτή είναι δυνατή, από τεχνική άποψη και πληρούνται οι προδιαγραφές ασφάλειας, αφού ληφθούν υπόψη οι απαιτήσεις ποιότητας και τα χημικά χαρακτηριστικά των αερίων αυτών».
- Ο νόμος για τις ΑΠΕ (Ν. 3468/2006) θέτει εγγυημένη τιμή πώλησης της ενέργειας από ΑΠΕ και Συμπαραγωγή στα 73€/MWh (75,82€/MWh για το 2007) για τα έργα βιοαερίου. Αν και θα πρέπει να εξεταστεί υψηλότερη τιμή για ηλεκτροπαραγωγή με βάση τον τύπο βιομάζας (δεν υπάρχει διαφοροποίηση βασιζόμενη στον τύπο της βιομάζας) το κίνητρο αυτό εγγυάται ένα σταθερό εισόδημα για τους ιδιοκτήτες των μονάδων.
- Η υλοποίηση μίας μονάδας βιοαερίου μπορεί να αυξήσει άμεσα ή έμμεσα την απασχόληση κατά την διάρκεια όλων των φάσεων του έργου (ειδικότερα κατά την κατασκευή και λειτουργία κεντρικών μονάδων). Ακόμη και στην περίπτωση των μικρών αγροτικών μονάδων η ημιαπασχόληση των αγροτών μπορεί να δώσει οφέλη και παράλληλα ευκαιρίες για νέο εισόδημα.
- Δεδομένου ότι το 56% του πληθυσμού των 27 κρατών μελών της Ε.Ε. ζούνε σε αγροτικές περιοχές, καταλαμβάνοντας το 91% της συνολικής έκτασης, η ανάπτυξη της υπαίθρου αποτελεί σημαντικό πεδίο πολιτικής. Ένα ενεργειακό σχήμα όπως μία μονάδα βιοαερίου συνεισφέρει όχι μόνο στην αξιοποίηση τοπικών πόρων, αλλά και στην βελτίωση των συνθηκών ζωής στις αγροτικές περιοχές, ενδυναμώνοντας παράλληλα την διαφοροποίηση της αγροτικής οικονομίας. Η διάσταση αυτή είναι σημαντική ειδικά για την Ελλάδα όπου οι αγροτικές περιοχές, παρ' όλες τις προσπάθειες ανάπτυξης, συνεχίζουν να παρουσιάζουν υψηλά ποσοστά ανεργίας και οι νέοι να αναζητούν δουλειά στα μεγάλα αστικά κέντρα ή να ημι-απασχολούνται.

- Ένα έργο βιοαερίου πρέπει να εναρμονιστεί στην συγκεκριμένη περιοχή και να γίνει αποδεκτό από τους κατοίκους και τον τοπικό πληθυσμό. Για το λόγο αυτό εκτός από την οικονομική ή τεχνολογική βιωσιμότητα ένα τέτοιο έργο πρέπει να εξασφαλίζει και «κοινωνική και περιβαλλοντική συμβατότητα» βασιζόμενο σε ενδελεχή εξέταση του καθεαυτού έργου και την αποδοχή και συμμετοχή του κοινού.

8 Συμπεράσματα και προοπτικές

Ο ενεργειακός τομέας στην Ελλάδα αντιμετωπίζει τα τελευταία χρόνια σημαντικές αλλαγές λόγω των Ευρωπαϊκών και Εθνικών πολιτικών σε ότι αφορά στην ενέργεια και το περιβάλλον (πχ. πλήρης απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας, προστασία του περιβάλλοντος). Σαν αποτέλεσμα η επίδραση και τα αποτελέσματα των πολιτικών αυτών δεν είναι ακόμη ορατά και ειδικότερα σε μεσοπρόθεσμο ορίζοντα (πχ. τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας, ενεργειακό μίγμα). Ο λιγνίτης, η κύρια εγχώρια ενεργειακή πηγή της χώρας διαφαίνεται ότι θα συνεχίζει να παίζει κυρίαρχο ρόλο στο ενεργειακό μίγμα της Ελλάδας και για τα επόμενα χρόνια, αλλά η περαιτέρω διεξόδυση των ΑΠΕ παραμένει επιτακτική.

Η προώθηση των ΑΠΕ στην Ελλάδα βασίζεται όχι μόνο στο σημαντικό της δυναμικό αλλά και στις προτεραιότητες της πολιτείας για ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ και μείωση των αερίων του θερμοκηπίου. Αν και ακόμη και σήμερα ο κρατικός παρεμβατισμός στα θέματα της οικονομίας είναι σημαντικός η πολιτική για το μέλλον είναι η μείωση του ρόλου του κράτους και η ανάπτυξη υποστηρηκτικών μηχανισμών από την ίδια την αγορά.

Ο νόμος για τις ΑΠΕ (3468/2006) προσανατολισμένος στην προώθηση των ΑΠΕ θέτει ένα νέο περιβάλλον στην ηλεκτροπαραγωγή και μεταξύ άλλων απλοποιεί την αδειοδοτική διαδικασία των έργων, αυξάνει την εγγυημένη τιμή (με το νέο σύστημα ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ και συμπαραγωγή η τιμή για το βιοαέριο τίθεται στα 73€/MWh) ενώ ο συνολικός χρόνος αδειοδότησης μειώνεται. Παρ' όλα αυτά μέχρι σήμερα φαίνεται ότι η προσέλκυση νέων επενδύσεων στον τομέα του βιοαερίου δεν έχει αλλάξει σημαντικά.

Κατά την διάρκεια των τελευταίων ετών η ανάπτυξη των ΑΠΕ στην Ελλάδα επηρεάστηκε θετικά από το σημαντικό δυναμικό της χώρας και την πολιτική της. Το θεσμικό πλαίσιο βελτιώθηκε σημαντικά με την εισαγωγή νέας νομοθεσίας στα θέματα των ΑΠΕ και του περιβάλλοντος. Εντούτοις, αν και το θεσμικό πλαίσιο (πχ. ενεργειακή και περιβαλλοντική πολιτική, εθνικές και Ευρωπαϊκές δεσμεύσεις, νέος νόμος για τις ΑΠΕ κλπ) και το χρηματοδοτικό και επενδυτικό περιβάλλον άλλαξαν την εικόνα, έτσι ώστε νέες μονάδες να δημιουργηθούν και να λειτουργήσουν, υπάρχουν ακόμη εμπόδια (κυρίως μη τεχνολογικά) που επηρεάζουν την περαιτέρω ανάπτυξη έργων βιοαερίου (πχ. αντίληψη του κοινού, εμπειρία και ευαισθητοποίηση κυρίως σε μικρής κλίμακας αγροτο-κτηνοτροφικές μονάδες και βιομηχανικές εφαρμογές, έλλειψη τιμής για την πώληση θερμικής ενέργειας, αδειοδοτική διαδικασία, απουσία τέλους απόθεσης αποβλήτων, εξωτερικά κόστη όπως ο ευτροφισμός, η υποβάθμιση των υπόγειων υδροφορέων, η υποκατάσταση συμβατικών καυσίμων, η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από βιοαέριο κλπ).