

S.E.P. AB

Scandinavian Energy Project AB

Ολοκληρωμένη διαχείριση αποβλήτων αστικών, βιομηχανικών, αγροτοβιομηχανικών, ζωικών υποπροϊόντων, λυμάτων και πτηνο-κτηνοτροφικών δραστηριοτήτων για την ανάκτηση υλικών και ενέργειας: Υλοποίηση σχεδίων από φορείς και επενδυτές

Πρόλογος

Η Σουηδική S.E.P. Scandinavian Energy Project AB είναι εταιρεία που καλύπτει έργα σχετικά με την παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, την βιωσιμότητα, την οικονομική απόδοση, την τεχνολογική αποτελεσματικότητα και εκμετάλλευση όλων των συμβατικών και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Παράλληλα συνεισφέρει στην προστασία του περιβάλλοντος, στην μείωση εκπομπών ρύπων, στο σχεδιασμό, στη σωστή λειτουργία και συντήρηση βιομηχανικών και πετροχημικών μονάδων, σε έργα ενεργειακής διαχείρισης βιομάζας, στερεών και υγρών αποβλήτων/απορριμμάτων μεγάλης και μικρής κλίμακας βιομηχανικών εγκαταστάσεων, κλπ.

ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑΣ ΧΩΝΕΥΣΗΣ

Η αναερόβια χώνευση, (διαχείριση των αποβλήτων/απορριμμάτων με τη μέθοδο της βιοδιάσπασης), ως διεργασία μη εντασσόμενη στην καύση των αποβλήτων

Η αναερόβια χώνευση των στερεών αστικών αποβλήτων (βλέπε βιοαποικοδομήσιμο ή/και βιοαποδομήσιμο κλάσμα των απορριμμάτων/αποβλήτων) είναι μια διεργασία που παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη διαχείριση των αποβλήτων στην Ελλάδα και θεωρείται μια ευρέως εφαρμοσμένη τεχνολογία. Είναι μια βιοχημική διεργασία όπου διάφοροι μικροοργανισμοί και ένζυμα αποσυνθέτουν κάποια ουσία σε υγρό περιβάλλον με την απουσία οξυγόνου (ζύμωση και χώνευση). Η οργανική ύλη διασπάται σε σάκχαρα που στη συνέχεια διασπώνται και μετά από μια σχετική διαδικασία παράγεται βιοαέριο, ενώ παράλληλα απομένει και κάποιο υπόλειμμα, η σύσταση του οποίου εξαρτάται από πολλούς παράγοντες.

Για την παραγωγή βιοαερίου μέσω αναερόβιας χώνευσης θα πρέπει η πρώτη ύλη να είναι πλούσια σε υγρασία. Σε αντίθετη περίπτωση, μια τεχνολογική λύση είναι η ρύθμιση της υδατοπεριεκτικότητας των αποβλήτων σε 90% τουλάχιστον (υγρή ζύμωση), η επεξεργασία των οποίων επιτυγχάνεται σε μικτό βιολογικό αντιδραστήρα που χρησιμοποιείται και για υγρά απόβλητα. Στην περίπτωση που το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των απορριμμάτων/αποβλήτων είναι απαραίτητο να ανακατευτεί με κάποια άλλη βιομάζα με αντίστοιχα χαρακτηριστικά, η επεξεργασία τους λαμβάνει χώρα σε βιοαντιδραστήρα σταθερής κλίνης όπου και απαιτείται προσθήκη νερού περιεκτικότητας 50-70%.

Το μέγεθος των βιοαντιδραστήρων μπορούν να κυμαίνονται από ένα κυβικό μέτρο για ένα νοικοκυριό, μέχρι και ορισμένες χιλιάδες κυβικά μέτρα, για μεγάλες εγκαταστάσεις. Επίσης οι βιοαντιδραστήρες χώνευσης του βιοαποικοδομήσιμου κλάσματος των απορριμμάτων/αποβλήτων λειτουργούν υπο τη μορφή διαλείποντος ή συνεχούς έργου. Η διαδικασία της χώνευσης διαρκεί από μερικές μέρες μέχρι μερικές εβδομάδες.

Για την εξέλιξη του φαινομένου της αναερόβιας χώνευσης απαιτείται η πρόσδοση θερμότητας και η διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας. Η αναερόβια χώνευση της βιομάζας των αποβλήτων μπορεί να λάβει χώρα σε τρεις θερμοκρασιακές ζώνες: α./ τη ψυχρόφιλη ζώνη 20°C, β./ τη μεσόφιλη ζώνη 35°C και γ./ τη θερμόφιλη ζώνη 55°C. Η δράση των βακτηρίων παράγει θερμότητα από μόνη της, αλλά για να διατηρηθούν οι θερμοκρασίες συνήθως απαιτείται και εξωτερική παροχή θερμότητας. Αυτή η επιπλέον θερμότητα προσφέρεται από το βιοαέριο.

Όταν η χώνευση γίνεται στη ψυχρόφιλη ζώνη, ο χρόνος της χώνευσης είναι μεγαλύτερος από τη χώνευση που πραγματοποιείται σε υψηλότερες θερμοκρασίες όπου και η απόδοση σε παραγωγή βιοαερίου αυξάνεται. Το βιοαέριο που παράγεται από ένα σύστημα αναερόβιας χώνευσης περιέχει περίπου 50% με 70% μεθάνιο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή θερμότητας, ηλεκτρικής ενέργειας σε μηχανές εσωτερικής καύσης, ή συνδυασμού και των δύο διαδικασιών.

Η σύνθεση του βιοαερίου είναι: Μεθάνιο 50-70 %, Διοξείδιο του άνθρακα 30-40 %, Άζωτο < 1%, Υδρογόνο < 1%, Αμμωνία <1% και Υδρόθειο <1%.

Η διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης του βιοαποικοδομήσιμου κλάσματος των αστικών και βιομηχανικών στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα, παρέχει τη δυνατότητα αξιοποίησης του ενεργειακού περιεχομένου (θερμιδικού) του βιοαερίου και μπορεί να συνεισφέρει, παράλληλα με οικονομία κλίμακας, στην συνολική αποκομιδή και επεξεργασία άλλων λυμάτων, προερχόμενα από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού υδάτων, κá. Το βιοαέριο, που είναι μια ανανώσιμη πηγή ενέργειας, παράγεται, εκτός από το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των απορριμμάτων/αποβλήτων και από την αξιοποίηση των κτηνοτροφικών αποβλήτων (λύματα από χοιροστάσια, βουστάσια) και άλλων βιομηχανικών αποβλήτων.

Η εφαρμογή της βιοδιάσπασης μπορεί να αποτελέσει μια εναλλακτική λύση στο πρόβλημα της διαχείρισης των αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων στην Ελλάδα. Σύμφωνα με έρευνες υπολογίζεται ότι 1 m³ βιοαερίου παρέχει 6 kW ηλεκτρικής βιοισχύος. Εφαρμόζοντας συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού, η οικονομική απόδοση μιας εγκατάστασης, βασιζόμενη στο γεγονός ότι η τιμή της πρώτης ύλης είναι ανταγωνιστική με αυτή του φυσικού αερίου, προσφέρει αδιαμφισβήτητα ταμειακά και περιβαλλοντικά οφέλη.

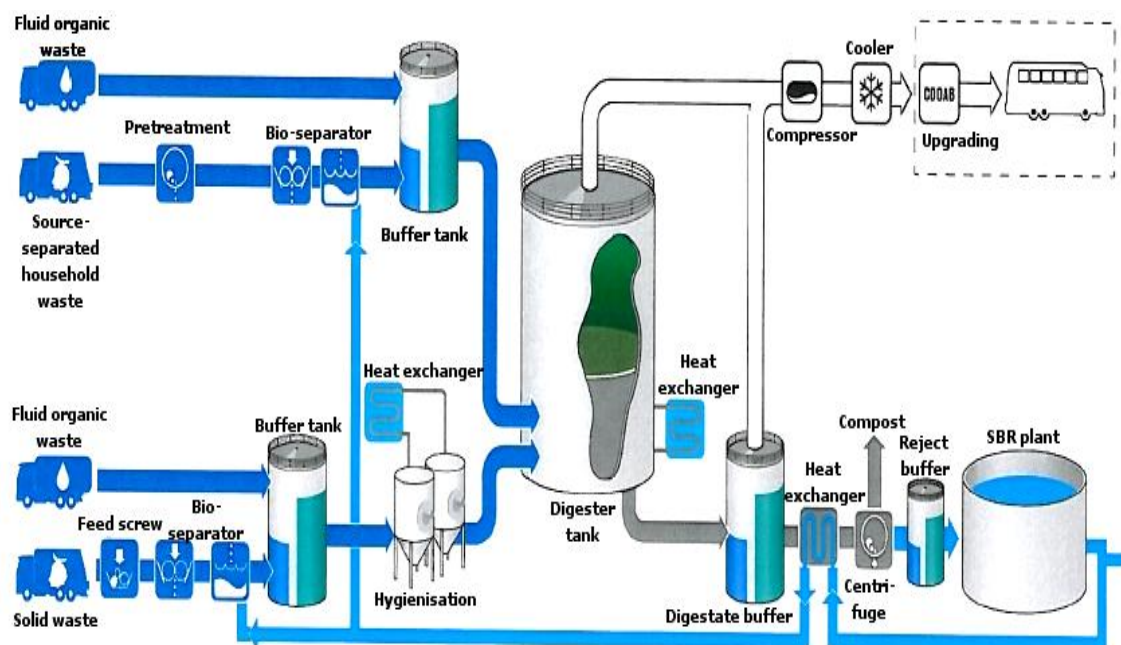


Figure 1. Σουηδικό σύστημα αναερόβιας χώνευσης οργανικών αποβλήτων για τη παραγωγή βιοαερίου.

Η εξέλιξη των τεχνολογιών διαχείρισης στερεών καυσίμων έχει φθάσει σε ένα υψηλό επίπεδο ωριμότητας και αξιοπιστίας και γι' αυτό η ενεργειακή αξιοποίηση καυσίμων (δηλ., απόβλητα, λύματα, κλπ) χαμηλής θερμιδικής ποιότητας αποτελεί, όχι μόνον στην Σκανδιναβία αλλά και παγκοσμίως, μια ελκυστική μέθοδο για την παραγωγή βιοενέργειας.

Είναι γεγονός ότι σήμερα, η επέκταση της χρήσης του βιοαποικοδομήσιμου κλάσματος των αποβλήτων για παραγωγή ηλεκτρισμού από τα στερεά αστικά και βιομηχανικά απορρίμματα για ενεργειακούς σκοπούς (ψύξη, ηλεκτροπαραγωγή, θερμότητα, βιοντήζελ, αλκοολούχα προϊόντα όπως αιθανόλη, μεθανόλη, κλπ) υποδηλώνει ότι εξετάζονται όλες οι δυνατότητες μετατροπής των σε περισσότερο εύχρηστα καύσιμα.

Στη Σουηδία κοινοπραξίες μεταξύ ιδιωτικών εταιρειών παροχής ηλεκτρικής ενέργειας και Τοπικής Αυτοδιοίκησης, επεξεργάζονται ή/και ενεργειακά αξιοποιούν εκατομμύρια τόνους αστικών αποβλήτων,

βιομηχανικής λάσπης, κ.λ.π με σκοπό την εκμετάλλευση της παραγόμενης ηλεκτρικής και θερμικής ισχύος υπολογισμένη πάνω από 11.1 TWh/έτος.

Η διαχείριση των αποβλήτων που παράγονται από αστικές, βιομηχανικές, αγροτοβιομηχανικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες: ελαιοτριβεία, τυροκομεία, βουστάσια, μονάδες επεξεργασίας εσπεριδοειδών και άλλων φυτικών προϊόντων κ.λ.π. είναι ένα από τα κύρια προβλήματα διαχείρισης στη Ελλάδα. Η εταιρεία SEP HELLAS αναπτύσσει μια ολοκληρωμένη μέθοδος αξιοποίησης των αποβλήτων με στόχο τη μέγιστη ανάκτηση υλικών και ενέργειας, με την εφαρμογή της τεχνολογίας της αναερόβιας χώνευσης. Στόχος του συγκεκριμένου έργου είναι να επεκταθεί η τεχνολογία της αναερόβιας χώνευσης, ώστε να επεξεργάζεται υγρά και στερεά απόβλητα αγροτοκτηνοτροφικών δραστηριοτήτων και υπολείμματα καλλιέργειών. Επίσης να δοκιμαστεί η εφαρμογή Σουηδικών τεχνολογιών για την αξιοποίηση των εκροών ώστε να γίνεται ανάκτηση υλικών και ενέργειας με στόχο την μεγιστοποίηση της βιωσιμότητας των τεχνολογιών. Από την επεξεργασία των αποβλήτων παράγεται βιοαέριο, ιλύς και υγρό επεξεργασμένο υλικό. Οι προτεινόμενες μέθοδοι αξιοποίησης είναι οι ακόλουθες:

Παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από το βιοαέριο για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων της μονάδας σε θερμότητα και ηλεκτρισμό παρέχοντας ταυτόχρονα σημαντικό πλεόνασμα ενέργειας για περαιτέρω αξιοποίηση.

Παραγωγή νερού κατάλληλου για άρδευση ή άλλες εφαρμογές επαναχρησιμοποίησης με τη χρήση μεμβρανών.

Παραγωγή εδαφοβελτιωτικού υλικού για καλλιέργειες από την παραγόμενη περίσσεια ιλύος για χρήση σε αγροτικές περιοχές και βιολογικές καλλιέργειες.

Το συγκεκριμένο έργο μπορεί να λειτουργήσει ως έργο επίδειξης για την εφαρμογή της μεθοδολογίας στην Ελλάδα καθώς και σε άλλες χώρες, δεδομένου ότι οι δραστηριότητες αυτές είναι αντιπροσωπευτικές του αγροτοκτηνοτροφικού τομέα στις μεσογειακές χώρες και είναι κοινό το πρόβλημα της διαχείρισης των αποβλήτων από αυτές. Έτσι το έργο αυτό θα αποτελέσει μοντέλο βιώσιμης επιχειρηματικής τεχνικής για πιθανούς επενδυτές (ιδιώτες, δημόσιους φορείς, ΣΔΙΤ).

EXTENSIVE PRESENTATION OF THE ANAEROBIC DIGESTION IN ENGLISH

The renewable sources of energy including biogas are the energy sources of the future. The modern production of biogas follows the example of nature: the methane formation has been going on in the stomachs of animals for hundreds of years. The production of biogas at an industrial plant is not more than the realization of the natural biological processes.

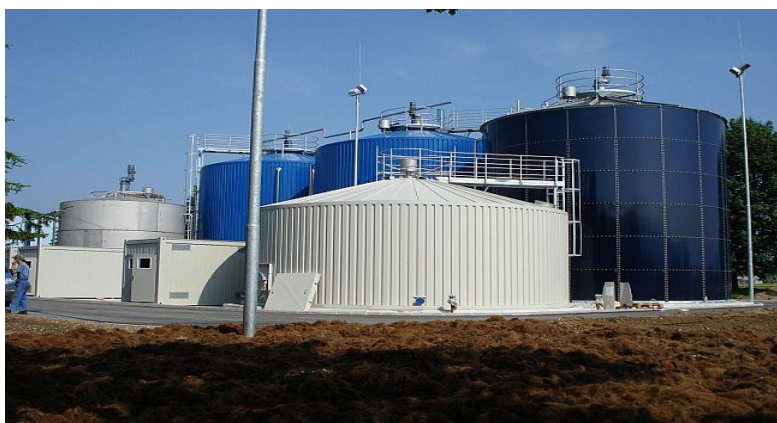


Figure 2. Biogas plant using municipal waste.

Historical facts

The production of biogas began more than 2 000 years ago. Old Germans managed to get biogas at their settlements using the swamps of Elba river as the raw material supplier. They “nourished” the swamps with the skins of dead animals and biogas was produced. This biogas was then used as an energy source for food preparation.

The first registered biogas plant was built in Bombay, India in 1859. It then became clear that there is an endless amount of raw material that can be used for biogas production, where the list of organic materials appropriate for biogas production counts to more than 500 substances.

Biogas is a flammable mixture consisting of methane 50 – 70%, (CH_4), 30-40% of the carbon dioxide (CO_2) and small amounts of hydrogen sulphide (H_2S), ammonia (N_2), hydrogen (H_2), and carbon oxide (CO). Methane is formed from the organic material as the result of anaerobic and microbiological processes. A high energy content of allows the use of biogas as an energy source for heat and electricity production. The energy content in biogas is directly dependant on the methane content.

From 1 m^3 of methane it is possible to produce 9,94 kW energy. Assume that biogas includes 60% methane which make s it possible to produce 6 kW electricity from 1 m^3 biogas. The biological formation of biogas is the natural process which is going on in humid anaerobic environment where the organic material is degrading with the help of methane forming bacteria, e.g. in stomachs of animals, compost pits, rice fields, etc.

The raw material for the production of biogas, “The renewable source of energy”, could be such plants as: maize, wheat, grass and other biological wastes: manure, slaughterhouse rests, silage, sewage drains, fats, residues of food industry, garden waste, stillage, press cake and technical glycerin.

Table 1. Biogas yields from different organic substances.

Type of organic material	Biogas yield
1 head of cattle (about 500 kg)	400 – 500 m^3 biogas per year
1 ht of maize or feed beat	8 000 – 12 000 m^3 biogas
1 ht of grass	6 000 – 8 000 m^3 biogas
1 t of manure	250 – 350 m^3 biogas
1 t maize silage	180 – 230 m^3 biogas
1 t of field grass	80 – 120 m^3 biogas



Figure 3. Biogas plant using municipal waste.

BIOLOGIC DEGRADATION OF ORGANIC MATTER.

Anaerobic digestion is a complex biochemical reaction carried out in a number of steps by several types of microorganisms, where these organisms require little or no oxygen to live. During the process, a gas known as biogas is produced principally composed of methane (CH_4) and carbon dioxide (CO_2). The amount of gas produced varies with the amount of organic waste fed to the digester and the temperature is influencing the rate of decomposition as well as gas production.

First step, Hydrolysis:

Complex organic matter is decomposed into simple soluble organic molecules using water to split the chemical bonds between the substances.

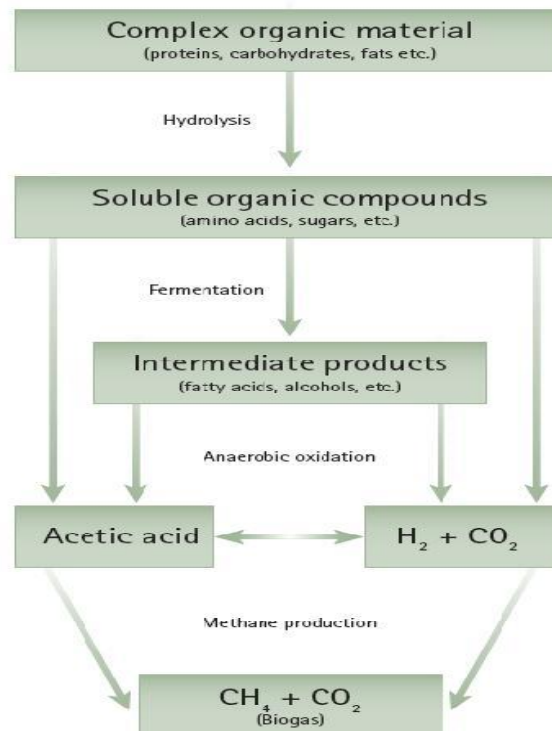


Figure 4. Anaerobic digestion is a complex biochemical process.

Second step, Fermentation or acidogenesis:

The chemical decomposition of carbohydrates by enzymes, bacteria, yeasts, or moulds in the absence of oxygen.

Third and fourth step, Acetogenesis & Methanogenesis:

The fermentation products are converted into acetate, hydrogen and carbon dioxide by so-called acetogenic bacteria. Methane (CH_4) is formed from acetate and hydrogen/carbon dioxide by methanogenic bacteria.

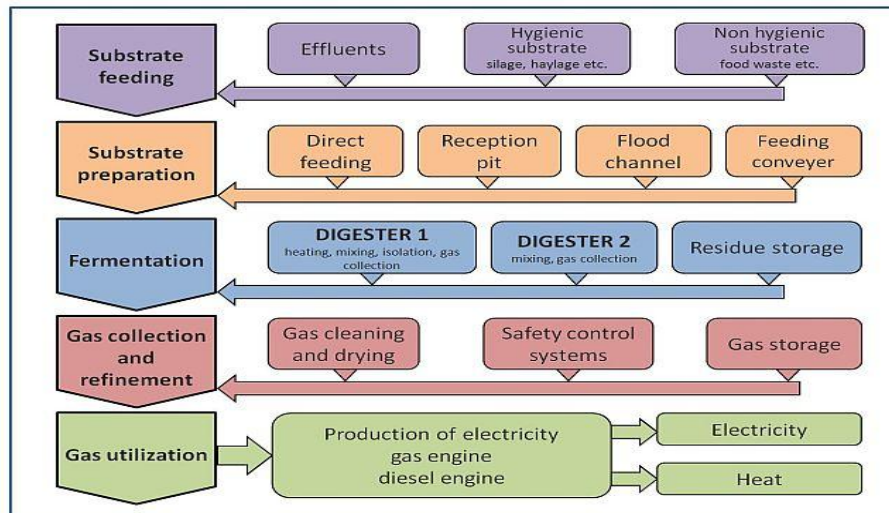
The acetogenic bacteria grow in close association with the methanogenic bacteria during the fourth stage of the process. The reason for this is that the conversion of the fermentation products by the acetogens is thermodynamically only possible if the hydrogen concentration is kept sufficiently low. This requires a close symbiotic relationship between both classes of bacteria. The anaerobic process only takes place under strict anaerobic conditions (i.e. absence of oxygen and very low redox potential). It requires specific adapted bio solids and particular process conditions, which differ considerably from those needed for aerobic treatment.

Normally the methane formation is the limiting stage in anaerobic digestion as the methane forming bacteria have a doubling time of 1-3 days, while the acid forming bacteria double in only a few hours. Feeding a digester with too much organic matter will make it impossible for the methane forming bacteria to consume the fatty acids, resulting in a pH-drop which results in further decrease in methane forming as these bacteria are sensitive to low pH-values. Biogas formed in the fermentation process is collected and fed to the gas generator where the electric energy and heat are produced. The electricity is usually supplied to the grid and the heat is used for heating of different facilities such as houses, farms, greenhouses or for the production process.

Biogas production

Biogas production depends not only on the treated substrate but also on the operating parameters of the plant (temperature in the digester, retention time, load and so on). That means that different plants may have different capacity with the same substrate.

Table 2. Biogas production methods



The advantages of biogas production

The advantages of biogas production in comparison with other ways of organic waste utilization (burial at the landfills).

- Saving on the traditional types of fuel (coal, gas, mazut) for electricity and heat production;
- Burning 1m³ biogas will produce 5-7,5 kW (depending on methane content). The energy content of biogas is on average 6-6,5 kW/m³ or 21,6-23,4 MJ/m³;
- Reduction of CO₂ emissions to the atmosphere;
- Saving agricultural lands by using crop rotation.

Ecological aspects of biogas production



Figure 5. Anaerobic digestion plant.

The main ecological advantage of the biogas production technology is the greenhouse effect reduction, especially reducing the emissions of methane (CH₄), carbon dioxide (CO₂), and nitrogen oxide (N₂O) into the atmosphere. The amount of carbon dioxide emitted during fermentation process is equal to the amount which was absorbed by the plants during the photosynthesis process. Methane which is a 21 time stronger greenhouse gas than carbon dioxide is used as a fuel and therefore not emitted to the environment.

S.E.P. Scandinavian Energy Project AB

Head office: Bror Nilssons Gata 16

S-417 55 Gothenbourg

SWEDEN

Telephone: +46-(0) 31 77 42 00

Facsimile: +46-(0) 31 51 18 91

Homepage: www.sep.se

