

# ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΠΡΩΤΗΣ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΕΣΤΙΑΣΗΣ ΜΕΓΑΛΩΝ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

**Dr.-Ing A. Υφαντής, Δρ. Φ. Αγγελakoπούλου, Ι. Πετρακάκης**

Βιοενεργειακή Κρήτης ΑΕ, Οδός Λ&Ρ, Νέα Αλικαρνασός, Κρήτη  
71601, Τηλέφωνο: 2810301140, Emails: [a.yfantis@sychem.gr](mailto:a.yfantis@sychem.gr),  
[t.angelakopoulou@sychem.gr](mailto:t.angelakopoulou@sychem.gr), [i.petrakakis@sychem.gr](mailto:i.petrakakis@sychem.gr)

## Περίληψη

Η συλλογή στην πηγή και η δυνατότητα παραγωγής προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας με μηδενικό υπόλειμμα είναι η λυδία λίθος της διαχείρισης πάσης φύσεως αποβλήτων και η βάση της κυκλικής οικονομίας. Στην Ελλάδα της τεράστιας τουριστικής ανάπτυξης, η δυνατότητα της ολοκληρωμένης διαχείρισης των οργανικών υπολειμμάτων μεγάλων τουριστικών επιχειρήσεων είναι ένα θέμα κεφαλαιώδους σημασίας τόσο στην προστασία του περιβάλλοντος όσο και στην εθνική οικονομία (ανταγωνιστικότητα του κλάδου σε σχέση με την αυξανόμενη περιβαλλοντική ευαισθησία των επισκεπτών και συμμόρφωση με τις αυξανόμενες περιβαλλοντικές απαιτήσεις).

Στην μελέτη παρουσιάζονται και αναλύονται τα πραγματικά στοιχεία της πρώτης πραγματικής εμπορικής εφαρμογής «συλλογής στην πηγή» στην Ελλάδα, με πλήρη αξιοποίησή τους για την παραγωγή ενέργειας και λιπασμάτων, μέσα από την πρωτοποριακή εγκατάσταση της εταιρείας ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΡΗΤΗΣ ΑΕ στο Ηράκλειο Κρήτης.

Συγκεκριμένα, αναλύεται η διαδικασία συλλογής, επεξεργασίας και αξιοποίησης συνολικά 620tn οργανικών υπολειμμάτων τροφής (Τροφικά Υπολείμματα- Ζωικά Υποπροϊόντα) που προκύπτουν από τους χώρους εστίασης και παραγωγής γευμάτων μεγάλων ξενοδοχειακών μονάδων για την τουριστική περίοδο 2023.

Αναλύονται στατιστικά στοιχεία σε σχέση με την παραγωγή οργανικών υπολειμμάτων ανά διανυκτέρευση, ενεργειακά και οικονομικά δεδομένα.

Η διαδικασία αυτή έχει οδηγήσει πολλές από τις ξενοδοχειακές μονάδες που συμμετείχαν και διαθέτουν σύστημα διαχείρισης των υπολοίπων ρευμάτων αποβλήτων τους (πλαστικά, χαρτί, γυαλί, μέταλλα κλπ) να προβούν σε ενεργειακή αξιοποίηση των υπολειμμάτων τροφής και να μετατραπούν σε επιχειρήσεις με χαρακτήρα «zero waste».

## **Λέξεις Κλειδιά:**

*Οργανικά απόβλητα, βιοαέριο, πράσινη ενέργεια, ξενοδοχεία, υπολείμματα τροφών*

## **1. Εισαγωγή**

Η παραγωγή αποβλήτων αποτελεί ένα παγκόσμιο φαινόμενο το οποίο οξύνεται όσο περνούν τα χρόνια. Ειδικότερα, η παγκοσμιοποίηση και η ραγδαία ανάπτυξη των αστικών κέντρων έχουν συμβάλει στην αύξηση της παραγωγής αποβλήτων σε διεθνές επίπεδο (Yfantis, et al., 2022). Η αύξηση αυτή έχει οδηγήσει στην ανάγκη για μια αποτελεσματική και

αξιόπιστη διαχείριση των αποβλήτων προκειμένου να προστατευθεί τόσο το περιβάλλον όσο και να διασφαλιστεί η βιωσιμότητα των πόρων (Yfantis, et al., 2018).

Στην Ελλάδα, έχει διαμορφωθεί το Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων (ΕΣΔΑ), το οποίο αποτελεί μια στρατηγική προσέγγιση για τη διαχείριση των αποβλήτων στη χώρα. Το ΕΣΔΑ προβλέπει την υλοποίηση μέτρων που αφορούν τη μείωση της παραγωγής αποβλήτων, την ανακύκλωση και την ανάκτηση υλικών. Σε αυτό το πλαίσιο οι μεγάλοι παραγωγοί αποβλήτων χρειάζεται να εντάξουν στην ευρύτερη περιβαλλοντική πολιτική τους ολοκληρωμένα προγράμματα διαχείρισης απορριμμάτων μέσω του τριπτύχου: (α) μείωση των απορριμμάτων, (β) επαναχρησιμοποίηση υλικών, και (γ) ανακύκλωση και κομποστοποίηση, δράσεις οι οποίες βρίσκονται στην κορυφή της ιεραρχίας των επιλογών διαχείρισης αποβλήτων της Ευρωπαϊκής Οδηγίας Πλαίσιο Αποβλήτων 2008/98/ΕΚ, που έχει μεταφερθεί στην εθνική νομοθεσία με τον νόμο 4042/2012 (ΕΣΔΑ, 2020).

Επιπλέον, η έννοια της κυκλικής οικονομίας έχει αποκτήσει ολοένα και μεγαλύτερη σημασία στον τομέα της διαχείρισης αποβλήτων. Αντί να χαρακτηρίζονται τα απόβλητα ως «άχρηστα προϊόντα», η κυκλική οικονομία προωθεί την ανακύκλωση και την ανάκτηση υλικών, προσπαθώντας να δημιουργήσει έναν κύκλο όπου τα υλικά επαναχρησιμοποιούνται και δεν παράγονται επιπλέον απόβλητα (Ellacuriaga, et al., 2021; Keerthana Devi, et al., 2023). Η ενσωμάτωση των αρχών της κυκλικής οικονομίας στην εθνική πολιτική μπορεί να επιφέρει επιθυμητά αποτελέσματα σε τοπικό και εθνικό επίπεδο αναβαθμίζοντας τις κατά τόπους κοινότητες και την εθνική οικονομία. Απαραίτητη προϋπόθεση για την υιοθέτηση αυτών των πρακτικών από τις επιχειρήσεις είναι από τη μία η θέσπιση κανόνων και επιβολή κυρώσεων από την πλευρά του κράτους, και από την άλλη, η δημιουργία των κατάλληλων δομών, οι οποίες θα εξυπηρετούν τα διάφορα στάδια της κυκλικής οικονομίας (Singh, et al., 2024).

Σήμερα, οι μονάδες βιοαερίου αναδεικνύονται ως καίριοι συντελεστές στην προώθηση και εφαρμογή των αρχών της κυκλικής οικονομίας. Το βιοαέριο πρόκειται να διαδραματίσει κεντρικό ρόλο στην επίτευξη των μακροπρόθεσμων στόχων της Ευρώπης για την ενεργειακή ασφάλεια και τον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, ως μέρος ενός μακροπρόθεσμου και ισορροπημένου μείγματος ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Εξάλλου, τα οφέλη του υπερβαίνουν κατά πολύ τη μείωση των εκπομπών του θερμοκηπίου. Το βιοαέριο είναι η φθηνότερη και πιο επεκτάσιμη μορφή ανανεώσιμου αερίου που διατίθεται σήμερα. Είναι μια πηγή ενέργειας με δυνατότητα μεταφοράς και ως εκ τούτου, μπορεί να αξιοποιηθεί περαιτέρω για την εξισορρόπηση της διακοπτόμενης παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Ταυτόχρονα, η χρήση του χωνεμένου υπολείμματος ως εδαφοβελτιωτικό αλλά και η παραγωγή υψηλής ποιότητας λιπασμάτων βιολογικής προέλευσης μέσα από την αναβάθμιση του υγρού χωνεμένου υπολείμματος έχει μεγάλη σημασία για την ανάπτυξη, την αειφορία και την ανταγωνιστικότητα της γεωργίας.

Ο τουρισμός αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα στον εθνικό σχεδιασμό διαχείρισης αποβλήτων, ιδίως στην Ελλάδα. Ο εθνικός σχεδιασμός διαχείρισης αποβλήτων πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις ανάγκες και τις ειδικές απαιτήσεις του τουριστικού τομέα, προκειμένου να διασφαλιστεί η προστασία του περιβάλλοντος και η διατήρηση της ανταγωνιστικότητας του τουρισμού στην Ελλάδα. Συγκεκριμένα, ο Ελληνικός Τουρισμός αποτελεί σημαντική πηγή εισοδήματος τόσο για την Ηπειρωτική όσο και τη Νησιωτική Ελλάδα, προσελκύοντας πολυάριθμους τουρίστες ετησίως (3 φορές του μόνιμου πληθυσμού της Ελλάδας), δημιουργώντας ωστόσο σημαντικές προκλήσεις. Η παραγωγή απορριμμάτων στους τουριστικούς προορισμούς αποτελεί μια από τις σημαντικότερες προκλήσεις, καθώς επιβαρύνουν τους υφιστάμενους περιορισμένους πόρους και ασκούν πιέσεις στο ανθρωπογενές και φυσικό περιβάλλον. Επιπλέον, η διαχείριση των απορριμμάτων από τις τουριστικές εγκαταστάσεις καθίσταται σταδιακά όλο και πιο δαπανηρή λόγω των υψηλών απαιτήσεων και των ιδιαίτερων στόχων που θέτει ο Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης Αποβλήτων.

Το κόστος διαχείρισης των αποβλήτων μεταφράζεται σε αυξημένα δημοτικά τέλη με άμεσο οικονομικό αντίκτυπο στις τουριστικές επιχειρήσεις. Για το σκοπό αυτό τα συστήματα παραγωγής και διαχείρισης απορριμμάτων πρέπει να δομούνται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να δίνεται προτεραιότητα στην πρόληψη δημιουργίας απορριμμάτων, στη χωριστή διαλογή και στη μείωση των αποβλήτων προς ταφή. Η εφαρμογή ενός προγράμματος διαλογής απορριμμάτων στην πηγή εκ μέρους των ξενοδοχείων σε συνδυασμό με τη λειτουργία μιας μονάδας αναερόβιας χώνευσης των οργανικών υπολειμμάτων μπορεί να αποτελέσει μια σημαντική επιλογή.

Ο Σταθμός Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από Βιοαέριο της εταιρείας ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΡΗΤΗΣ ΑΕ συνιστά αδειοδοτημένη μονάδα ολοκληρωμένης επεξεργασίας οργανικών υπολειμμάτων και αποβλήτων με παράλληλη ενεργειακή αξιοποίηση (**Εικόνα 1**). Η θέση εγκατάστασης του σταθμού στη ΒΙ.ΠΕ Ηρακλείου είναι κομβική για τη διευκόλυνση μεταφοράς και επεξεργασίας των οργανικών αποβλήτων των ξενοδοχειακών μονάδων, οι οποίες αναπτύσσονται περιμετρικά αυτής. Σημειώνεται ότι σε ακτίνα έως 30 km από τη θέση του σταθμού απαντάται πλήθος ξενοδοχειακών μονάδων μεγάλης δυναμικότητας και υψηλών προδιαγραφών στις παρεχόμενες υπηρεσίες τους. Αυτές οι μονάδες αποτελούν μοναδιαίους σταθμούς παραγωγής αστικών αποβλήτων, το οργανικό κλάσμα των οποίων δύναται να αξιοποιηθεί κατάλληλα στην υπόψη μονάδα βιοαερίου ακολουθώντας πιστά τις αρχές της κυκλικής οικονομίας και τις επιταγές του εθνικού και περιφερειακού σχεδίου διαχείρισης αποβλήτων, ικανοποιώντας διπλό στόχο: (α) Μείωση του ποσοστού των ΑΣΑ που καταλήγουν στον Χ.Υ.Τ.Α. και παράλληλα επιδιωκόμενη μείωση των δημοτικών τελών που επωμίζονται τα ξενοδοχεία (β) Αύξηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μέσω της εκμετάλλευσης του παραγόμενου βιοαερίου.



**Εικόνα 1.** Οι εγκαταστάσεις της εταιρείας ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΡΗΤΗΣ ΑΕ στη ΒΙ.ΠΕ Ηρακλείου.

Στη μελέτη παρουσιάζονται και αναλύονται τα πραγματικά στοιχεία της πρώτης πραγματικής εμπορικής εφαρμογής «συλλογής στην πηγή οργανικών υπολειμμάτων τουριστικών επιχειρήσεων» στην Ελλάδα, με πλήρη αξιοποίησή τους για την παραγωγή ενέργειας και λιπασμάτων, μέσα από την πρωτοποριακή εγκατάσταση της εταιρείας ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΡΗΤΗΣ ΑΕ στο Ηράκλειο Κρήτης. Συγκεκριμένα, αναλύεται η διαδικασία συλλογής, επεξεργασίας και αξιοποίησης συνολικά 620tn οργανικών υπολειμμάτων τροφής (Τροφικά Υπολείμματα- Ζωικά Υποπροϊόντα) (**Εικόνα 2**) που προκύπτουν από τους χώρους εστίασης και παραγωγής γευμάτων μεγάλων ξενοδοχειακών μονάδων για την τουριστική περίοδο 2023. Αναλύονται στατιστικά στοιχεία σε σχέση με την παραγωγή οργανικών υπολειμμάτων ανά διανυκτέρευση, ενεργειακά και οικονομικά δεδομένα. Η διαδικασία αυτή έχει οδηγήσει πολλές από τις ξενοδοχειακές μονάδες που συμμετείχαν και

διαθέτουν σύστημα διαχείρισης των υπολοίπων ρευμάτων αποβλήτων τους (πλαστικά, χαρτί, γυαλί, μέταλλα κλπ.) να προβούν σε ενεργειακή αξιοποίηση των υπολειμμάτων τροφής και να μετατραπούν σε επιχειρήσεις με χαρακτήρα «zero waste».



**Εικόνα 2.** Ενδεικτικές φωτογραφίες υπολειμμάτων τροφών από ξενοδοχεία.

## **2. Μέθοδοι και υλικά**

Η παρούσα μελέτη επικεντρώθηκε στην ανάλυση της παραγωγής αποβλήτων σε 8 επιλεγμένες ξενοδοχειακές μονάδες στην ευρύτερη περιοχή του Ηρακλείου Κρήτης. Η συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω επικοινωνίας με τις διευθύνσεις των ξενοδοχειακών μονάδων, οι οποίες παρείχαν στοιχεία σχετικά με τη λειτουργία τους και την παραγωγή αποβλήτων.

### **2.1. Συλλογή των δεδομένων**

Για κάθε ξενοδοχειακή μονάδα συγκεντρώθηκαν τα ακόλουθα στοιχεία:

- Κατηγορία (αστέρια)
- Τοποθεσία (νομός και περιοχή)
- Αριθμός δωματίων
- Αριθμός κλινών
- Ετήσιες διανυκτερεύσεις
- Περίοδος λειτουργίας
- Ποσότητα αποβλήτων

### **2.2. Επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων**

Για τον υπολογισμό της παραγωγής αποβλήτων, χρησιμοποιήθηκε ως βασική μονάδα μέτρησης ο αριθμός διανυκτερεύσεων αντί του αριθμού κλινών. Αυτή η προσέγγιση επιλέχθηκε καθώς παρέχει μια πιο ακριβή εκτίμηση της πραγματικής παραγωγής αποβλήτων, λαμβάνοντας υπόψη την πραγματική πληρότητα των δωματίων και όχι τη θεωρητική χωρητικότητα.

Τα συλλεχθέντα δεδομένα οργανώθηκαν σε έναν συγκεντρωτικό πίνακα, ο οποίος περιλαμβάνει όλες τις σχετικές πληροφορίες για κάθε ξενοδοχειακή μονάδα, καθώς και τους υπολογισμούς για την ετήσια ποσότητα αποβλήτων. Η ανάλυση επικεντρώθηκε στη σύγκριση της παραγωγής αποβλήτων μεταξύ των διαφορετικών ξενοδοχειακών μονάδων, λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες όπως η περίοδος λειτουργίας. Αυτή η μεθοδολογία επιτρέπει μια ακριβή αξιολόγηση της παραγωγής αποβλήτων στον ξενοδοχειακό τομέα, παρέχοντας πολύτιμα δεδομένα για τον σχεδιασμό στρατηγικών διαχείρισης αποβλήτων και

την εφαρμογή περιβαλλοντικών πολιτικών στον τουριστικό κλάδο. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι ξενοδοχειακές μονάδες που επιλέχθηκαν.

**Πίνακας 1.** Οι ξενοδοχειακές μονάδες (ΞΜ) που επιλέχθηκαν για την παρούσα ανάλυση.

α/α	ΞΜ	Αστέρια	Θέση	Διάστημα Λειτουργίας	Αριθμός κλινών	Διανυκτερεύσεις	Ποσότητα αποβλήτων (tn/έτος)	kg/ημέρα /κλίνη	kg /διανυκτέρευση
1	ΞΜ 1	4	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	ΜΑΙΟΣ-ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	1,100	130,000	52.24	0.13	0.40
2	ΞΜ 2	4	ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ-ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	649	103,840	108.50	0.46	1.04
3	ΞΜ 3	4	ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ-ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	650	97,500	84.56	0.36	0.87
4	ΞΜ 4	4	ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ-ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	1,040	231,344	77.04	0.20	0.33
<i>Μέσος όρος (4-άστερων ΞΜ)</i>					<b>860</b>	<b>140,671</b>	<b>80.59</b>	<b>0.29</b>	<b>0.66</b>
5	ΞΜ 5	5	ΕΛΟΥΝΤΑ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ-ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	620	34,011	38.24	0.17	1.12
6	ΞΜ 6	5	ΕΛΟΥΝΤΑ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ-ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	600	21,919	12.99	0.06	0.59
7	ΞΜ 7	5	ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ-ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	840	151,253	112.77	0.37	0.75
8	ΞΜ 8	5	ΕΛΟΥΝΤΑ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ-ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	1500	285,000	133.43	0.24	0.47
<i>Μέσος όρος (5-άστερων ΞΜ)</i>					<b>890</b>	<b>123,046</b>	<b>74.36</b>	<b>0.21</b>	<b>0.73</b>
<i>Γενικός Μέσος όρος</i>					<b>875</b>	<b>131,858</b>	<b>77.47</b>	<b>0.25</b>	<b>0.70</b>

### 3. Αποτελέσματα - Συζήτηση

#### 3.1. Ετήσια ποσότητα αποβλήτων

Από τα αποτελέσματα στον **Πίνακα 1**, μπορεί να διαπιστωθεί πως η συνολική ετήσια παραγωγή αποβλήτων ανέρχεται σε 620 τόνους, ενώ η ποσότητα των αποβλήτων ανάλογα τη ξενοδοχειακή μονάδα κυμαίνεται από 12.99 tn/έτος έως και 133.43 tn/έτος. Επιπλέον, μπορεί να διαπιστωθεί πως οι ξενοδοχειακές μονάδες 4<sup>ων</sup> αστέρων παρουσιάζουν παραγωγή αποβλήτων μικρότερη κατά 10% σε σχέση με τις ξενοδοχειακές μονάδες 5<sup>ων</sup> αστέρων. Δεδομένου ότι η συνολική ετήσια παραγωγή αποβλήτων σε αυτές τις 8 ξενοδοχειακές μονάδες ανέρχεται περίπου στους 620 τόνους, διαπιστώνεται η ανάγκη για περαιτέρω βελτίωση των πρακτικών διαχείρισης αποβλήτων στον τομέα του τουρισμού, ώστε να μειωθεί το περιβαλλοντικό αποτύπωμα των ξενοδοχειακών μονάδων. Στο **Διάγραμμα 1** παρουσιάζεται για κάθε ξενοδοχειακή μονάδα ο δείκτης «kg/διανυκτέρευση» καθώς και ο δείκτης «kg/κλίνη/ημέρα».



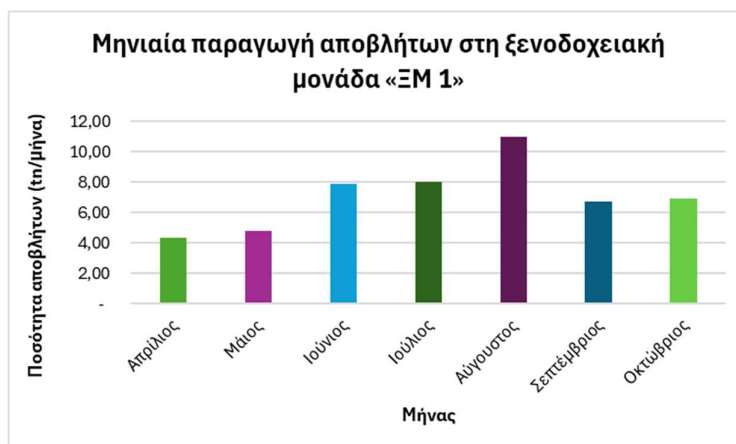
**Διάγραμμα 1.** Ο δείκτης «kg/διανυκτέρευση» και ο δείκτης «kg/κλίνη/ημέρα» για κάθε ξενοδοχειακή μονάδα.

Από τα αποτελέσματα προκύπτει πως ο δείκτης «kg/κλίνη/ημέρα» δεν είναι αξιόπιστος για την εκτίμηση της ποσότητας των αποβλήτων σε ξενοδοχειακές μονάδες. Αυτό συμβαίνει καθώς οι ξενοδοχειακές μονάδες συχνά διαθέτουν δωμάτια με δύο κλίνες και έναν καναπέ-κρεβάτι, τα οποία μπορούν να φιλοξενήσουν έως και τρεις διανυκτερεύσεις. Επομένως, αυτή η πρακτική καθιστά τον δείκτη «kg/κλίνη/ημέρα» λιγότερο αξιόπιστο σε σχέση με τον δείκτη «kg/διανυκτέρευση» για την εκτίμηση της παραγωγής αποβλήτων.

Όσον αφορά τον δείκτη «kg/διανυκτέρευση», η μεγάλη διακύμανση που υπάρχει και είναι από 0.4 έως 1.1 kg/διανυκτέρευση, είναι αξιοσημείωτη. Αυτή η διαφορά οφείλεται κυρίως στις υπηρεσίες εστίασης που προσφέρει κάθε ξενοδοχειακή μονάδα, στο είδος και πλήθος των επισιτιστικών τμημάτων καθώς και στο ποσοστό συλλογής των οργανικών αποβλήτων που προκύπτουν. Συγκεκριμένα, η ενδεχόμενη ύπαρξη μπουφέ καθώς και το εάν υφίσταται πλήρης ή μερική συλλογή αποβλήτων από τα χώρους εστίασης των ξενοδοχειακών μονάδων, αποτελούν παράγοντες που διαμορφώνουν αυτή τη διακύμανση. Επίσης, από τη βιβλιογραφία έχει αναφερθεί πως σε κάθε διανυκτέρευση έχουμε παραγωγή 1.2 kg, καθώς πως και ότι από αυτά, το 70% είναι οργανικά. Αυτή θεώρηση αντιστοιχεί πως σε κάθε διανυκτέρευση έχουμε παραγωγή 0.84 kg αποβλήτων. Αυτή η τιμή είναι αρκετά υψηλή σε σχέση με την τιμή που υπολογίζεται στην παρούσα μελέτη, και ανέρχεται σε 0.7 kg/διανυκτέρευση. Συμπερασματικά μπορούμε να διαπιστώσουμε πως είναι αναγκαία η βελτίωση της συλλογής των αποβλήτων στις ξενοδοχειακές μονάδες.

### 3.2. Μηνιαία ποσότητα αποβλήτων

Στο **Διάγραμμα 3** παρουσιάζεται η μηνιαία παραγωγή αποβλήτων ενδεικτικά σε μια επιλεγμένη ξενοδοχειακή μονάδα, συγκεκριμένα στη «ΞΜ 1». Από αυτά τα αποτελέσματα, μπορεί να διαπιστωθεί πως η παραγωγή αποβλήτων επηρεάζεται σημαντικά από την εποχή, με τον μήνα Αύγουστο να καταγράφει την υψηλότερη τιμή, λόγω της αυξημένης τουριστικής κίνησης κατά την καλοκαιρινή περίοδο. Αντίθετα, ο μήνας Απρίλιος έχει τη χαμηλότερη τιμή παραγωγής αποβλήτων, οι οποία όμως παραμένει σημαντική.



**Διάγραμμα 2.** Μηνιαία παραγωγή αποβλήτων στη ξενοδοχειακή μονάδα «ΞΜ 1».

### 3.3. Παραγωγή ενέργειας, εξοικονόμηση CO<sub>2</sub> & παραγωγή εδαφοβελτιωτικού

Στον **Πίνακα 4** παρουσιάζεται η ενέργεια που δύναται να παραχθεί από την αντίστοιχη ποσότητα οργανικών αποβλήτων, καθώς και η εξοικονόμηση CO<sub>2</sub> ανά έτος που αντίστοιχα προκύπτει λόγω της αξιοποίησης των αποβλήτων.

**Πίνακας 2.** Παραγόμενη ενέργεια προς δίκτυο και εξοικονόμηση CO<sub>2</sub> για κάθε ξενοδοχειακή μονάδα.

ΞΜ	Ετήσια ποσότητα αποβλήτων (tn/έτος)	Εκτιμώμενη παραγωγή ενέργειας (MWh/έτος)	Εκτιμώμενη εξοικονόμηση CO <sub>2</sub> (tn/έτος)	Εκτιμώμενη ποσότητα εδαφοβελτιωτικού λιπάσματος (tn/έτος)
ΞΜ 1	52.24	16	7	26,12
ΞΜ 2	108.50	33	15	54,25
ΞΜ 3	84.56	25	12	42,28
ΞΜ 4	77.04	23	11	38,52
ΞΜ 5	38.24	11	5	19,12
ΞΜ 6	12.99	4	2	6,50
ΞΜ 7	112.77	34	16	56,39
ΞΜ 8	133.43	40	18	66,72
<b>Άθροισμα</b>	<b>619.77</b>	<b>186</b>	<b>86</b>	<b>309,89</b>

### 3.4. Συνολικά οφέλη από την αξιοποίηση των αποβλήτων μέσω μιας πρότυπης εγκατάστασης βιοαερίου

Με τη διαχείριση των αποβλήτων που παράγονται από σημεία εστίασης ξενοδοχείων και εστιατορίων, μπορεί να επιτευχθεί τόσο μείωση της επιβάρυνσης των χώρων ταφής, μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα αλλά και ενίσχυση του τουριστικού μας προϊόντος. Σήμερα, το τέλος ταφής σε Χώρους Υγειονομικής Ταφής που επιβάλλεται για τα οργανικά απόβλητα είναι στα 30€/tn αποβλήτων, τιμή που θα προσαυξάνεται κατά 5 €/tn κάθε έτος μέχρι τα 35€/tn, ενώ από 01/01/2027 θα ανέρχεται στα 55€/tn αποβλήτων.

Η εφαρμογή ενός προγράμματος διαλογής απορριμμάτων στην πηγή εκ μέρους των ξενοδοχείων σε συνδυασμό με τη λειτουργία της μονάδας αναερόβιας χώνευσης των

οργανικών υπολειμμάτων έχει τη δυνατότητα να προσφέρει οφέλη τόσο στις επιχειρήσεις, όσο και στους Δήμους της Περιφέρειας Κρήτης

Ειδικότερα, τα οφέλη που προκύπτουν είναι:

- Χαμηλό κόστος προς τις επιχειρήσεις για τη διαχείριση των οργανικών αποβλήτων τους καθώς και η δημιουργία υποδομών και κουλτούρας για την συλλογή στην πηγή.
- Μείωση επιβάρυνσης των ΧΥΤΑ από απόβλητα τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν προς παραγωγή ενέργειας και δημιουργία εδαφοβελτιωτικών.
- Βελτίωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος της Περιφέρειας Κρήτης.
- Αύξηση του ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος του τουριστικού μας προϊόντος καθώς πολλές από τις επιχειρήσεις μας θα μπορέσουν να γίνουν σχεδόν μηδενικών αποβλήτων (εφόσον διαχειριστούν και τα υπόλοιπα ρεύματα ανακυκλώσιμων υλικών). Τα οργανικά στον τουριστικό κλάδο είναι συνήθως το 70% από τα συνολικά στερεά απόβλητα και αποτελούν το πιο δύσκολο τμήμα στην διαχείριση του.

#### 4. Συμπεράσματα

Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν από τις 8 ξενοδοχειακές μονάδες της ανατολικής Κρήτης και από την συλλογή 620 τόνων κατά την τουριστική περίοδο του 2023, έδειξαν ότι η ανοιγμένη ποσότητα αποβλήτων είναι  $0.7 \text{ kg/διανυκτέρευση}$ . Η διαφορά μεταξύ ξενοδοχείων 4 και 5 αστέρων είναι κοντά στο 10 % .

Η διαχείριση αυτών των αποβλήτων με σύστημα συλλογής στην πηγή και αξιοποίηση σε μονάδες βιοαερίου με την κατάλληλη υποδομή, έχει σημαντικά οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη για τα ξενοδοχεία και τους δήμους. Είναι απαραίτητη η εφαρμογή ενός τέτοιου συστήματος για την προώθηση της κυκλικής οικονομίας στον τουριστικό τομέα.

Η μελέτη παρέχει στοιχεία που μπορούν να αξιοποιηθούν στο σχεδιασμό περιβαλλοντικών πολιτικών για τον κλάδο. Δεδομένου ότι το μέσο κόστος συλλογής και μεταφοράς ανέρχεται στα περίπου 50 ευρώ ανά τόνο εντός ακτίνας 50 χιλιομέτρων, μια ενδεχόμενη έκπτωση στα 55 ευρώ ανά τόνο, που είναι μόνο το περιβαλλοντικό τέλος ταφής των οργανικών, θα μπορούσε να αποτελέσει ισχυρό κίνητρο για την εκτροπή αποβλήτων προς σταθμούς βιοαερίου.

Η συλλογή στην πηγή υπολειμμάτων τροφής και η χώνευση μαζί με αγροκτηνοτροφικά απόβλητα μπορεί να οδηγήσει στην παραγωγή υψηλής ποιότητας οργανικού λιπάσματος, δημιουργώντας ένα προϊόν υψηλής εμπορικής αξίας για την γεωργία.

Σε κάθε άλλη περίπτωση, η διαχείριση σε ΧΑΔΑ, μαζί με απόβλητα από καφέ κάδο, θα καταλήξει σε κομποστ μη ελεγχόμενης ποιότητας, που δεν θα χρησιμοποιηθεί στην γεωργία αλλά θα περιοριστεί στην απλή εδαφοκάλυψη ή αποκατάσταση ΧΥΤΑ ή άλλων περιοχών. Εκτός από το ότι η χρήση αυτή δεν θεωρείται κυκλική οικονομία και δεν απαλλάσσεται από το τέλος ταφής, θα έχει και αρνητικό αντίκτυπο στο εμπορικό ισοζύγιο της χώρας, καθώς κατ' αντιστοιχία θα απαιτείται εισαγωγή λιπασμάτων για να καλυφθούν οι γεωργικές δραστηριότητες.

#### Βιβλιογραφία

Ellacuriaga, M., García-Cascallana, J. & Gómez, X., 2021. Biogas Production from Organic Wastes: Integrating Concepts of Circular Economy. *Fuels*, 2(2).  
Keerthana Devi, M. et al., 2023. A comprehensive review on current trends and development of biomethane production from food waste: Circular economy and techno economic analysis. *Fuel*, Volume 351.

- Singh, A., Gaur, N. & Sharma, E., 2024. Chapter 17 - Circular economy approach for production of value-added products from wastewater. In: *Nanotechnology to Monitor, Remedy, and Prevent Pollution*. s.l.:Elsevier, pp. 411-438.
- Yfantis, A. et al., 2022. Industrial Pilot for Assessment of Polymeric and Ceramic Membrane Efficiency in Treatment of Liquid Digestate from Biogas Power Plant. *Energies*, 15(18).
- Yfantis, N., Yfantis, A., Giannakakis, G. & Gazea, V., 2018. Evaluation of a pilot plant for a secondary treatment of mining effluents. *Desalination and Water Treatment*, p. 184–196.
- ΕΣΔΑ, 2020. *Νέο Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων (ΕΣΔΑ) 2020 – 2030*, s.l.: s.n.