

Ένωση οικονομικών φορέων με τίτλο «Ι.Δ.Σ. ΕΠΕ – ΔΚΠ- ΣΥΝΟΧΗ»



Παροχή Υπηρεσιών υποστήριξης στο Δήμο Νέστου σε παραδοτέο του πακέτου εργασίας ΠΕ 4 «Ανακύκλωση οργανικών αποβλήτων» του έργου με τίτλο «"Πράσινη" απασχόληση στη διαχείριση βιο-αποβλήτων» «"Green" employment in the management of biowastes» με Ακρωνύμιο «GREEN-CREW» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση και από Εθνικούς Πόρους και στο πλαίσιο του διασυνοριακού προγράμματος Ευρωπαϊκής Εδαφικής Συνεργασίας «Ελλάδα- Βουλγαρία 2014-2020».

Παραδοτέο 3 (Π 3):

Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου

  	
European Regional Development Fund	
	The Project is co-funded by the European Regional Development Fund (ERDF) and by national funds of the countries participating in the Interreg V-A "Greece-Bulgaria 2014-2020" Cooperation Programme.
	
COOPERATION PROGRAMME INTERREG V-A "GREECE - BULGARIA 2014 – 2020"	
PROJECT BENEFICIARY:	MUNICIPALITY OF NESTOS
PROJECT:	"Green" employment in the management of biowastes (GREEN_CREW)

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2020



Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης και από εθνικούς πόρους των χωρών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Συνεργασίας Interreg V-A «Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020»

Περιεχόμενα

1. Παρουσίαση των δράσεων για τη λειτουργία πιλοτικής ανοιχτής μονάδος κομποστοποίησης	5
2. Λειτουργία πιλοτικής μονάδας κομποστοποίησης.....	7
2.1 Στάδια και διαδικασίες κομποστοποίησης.....	7
2.1.1 Συλλογή – προεπεξεργασία.....	7
2.1.2 Έλεγχος παραμέτρων	9
2.1.3 Αποτελέσματα μετρήσεων κατά την διάρκεια της κομποστοποίησης.....	12
3. Πιλοτική εφαρμογή του παραγόμενου κομπόστ σε διάφορους τύπους εδαφών	15
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι	18

ABSTRACT:

The Deliverable 3 (D3) Final Report of the activities carried out for the pilot in the Municipality of Nestos, which was prepared in September 2020, consists of 3 sections and 1 annex. The first section presents the actions in the context of the implementation of the "Green Crew" project for the operation of the pilot open composting unit. Specifically, the following took place: presented current Internet Of Things (IoT) technologies that can be used in the field of biowaste collection and treatment, operational support tools were developed and implemented by SCE, in which local operators were trained and consisted of protocols and applications for data collection of location, volume, availability, type of biowaste in agricultural plots of the Municipality of the Nestos, control of composting parameters and optimal vehicles routes of collection through the application of the field toolbox, a mobile application was presented for an optimal collection route of collection vehicles based on the availability, location, and volume of bio-waste of the Municipal Department, a crushing protocol developed and implemented for proper bio-waste granulometry based on the composition to optimize fermentation time, developed and implemented a protocol for composting, control and management of the parameters for the proper operation of the unit by applying management reports based on the input data from the toolbox, abiotic and biotic parameters were checked and monitored in the ISO 17025 accredited laboratory of i-BEC, a protocol of optimal fermentation conditions was developed, the abiotic and biotic parameters of the final product (compost) were tested in the ISO 17025 accredited laboratory of i-BEC, and it was found to be type A according to the criteria and specifications for the Ecolabel certificate, the compost was applied and tested in experimental fields in a specific dosage and determining the soil health after their incorporation (an improvement of soil health was found) and an integration protocol was developed for two soil types. In the second section, the analysis of the operation of the pilot composting unit is performed. After the completion of the design of the pilot composting unit and the development of the support tools, in the Municipality of Nestos, within the framework of the "Green Crew" project, the implementation of the design for the operation of the pilot unit began. The selected area (Agiasma farm), was properly designed by crews of the Municipality of the Nestos with the appropriate instructions of the contractor. The composting in the municipality of Nestos was carried out with an open composting system and specifically in static linear piles. The stages and processes of composting included the collection of biowaste in a specially designed area and their pre-treatment to have common physical and chemical properties. Both in the collected biowaste and the final product, a series of measurements were made by the accredited laboratory of i-BEC and the portable metering infrastructures based on the protocol that was developed. In addition, both biowaste and the final product were analyzed in the certified

laboratory of i-BEC, as described in the respective protocols (according to Ecolabel specifications). The duration of the composting was 8 months and during this period, its parameters were checked, and adjustments were made when deemed necessary. Three measurements were performed (at the beginning of composting - during and at the end of composting in the final product - compost) in 3 different samples that have been taken from different positions of the piles. To compare the results the weight of each sample was constant at 300 gr. From the measurements made, in the ISO 17025 accredited laboratory of i-BEC, in the 3 samples of compost produced, it can be characterized as type A according to the criteria and specifications for the Ecolabel certificate. The final product after its designation as type A was used by the Municipality in green areas of the Municipality of Nestos. In the 3rd section, the analysis of the pilot application of the produced compost in different types of soils is performed. After the completion of the composting, the produced compost was applied in two soil types, in corn cultivation, on the farm of the Agricultural School of AUTH. Specifically, there was a reference plot -M- which was used for observation, a plot with inorganic fertilization -K- and the last two plots -C1- and -C2- with a certain amount of compost ($C1 > C2$) after reviewing the literature for evaluation of the results. Using the portable field toolbox and after the integration of the final product in the soil, a series of field analyzes were performed and the application of compost to the two types of soil was piloted. Analyses were also performed in the laboratory of i-BEC. The analysis of soil and plants showed that there was an improvement in the physical, chemical, and biological condition of the soil thanks to the application of compost. The application of inorganic fertilizers did not improve production, so compost is proving to be a better alternative to inorganic fertilization and provides economic and environmental benefits. Finally, in Annex I is given the photographic documentation material.

Τμήμα Γ- Εφαρμογή πιλοτικής ενέργειας και λειτουργία εγκατάστασης κομποστοποίησης

1. Παρουσίαση των δράσεων για τη λειτουργία πιλοτικής ανοιχτής μονάδος κομποστοποίησης

Στο πλαίσιο υλοποίησης του έργου Green Crew για τη λειτουργία της πιλοτικής ανοιχτής μονάδος κομποστοποίησης πραγματοποιήθηκαν τα εξής:

1. Παρουσιάστηκαν όλες οι διαθέσιμες τεχνολογίες Internet Of Things (IOT), που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον τομέα της συλλογής και επεξεργασίας βιοαποβλήτων, με πιθανά οφέλη στη μείωση του κόστους στην μεταφορά των βιο-αποβλήτων, στην καλύτερη διαχείριση του χρόνου αλλά και στην διαχείριση των διαδικασιών της κομποστοποίησης.
2. Αναπτύχθηκαν και εφαρμόστηκαν από την ΚΟΙΝΣΕΠ επιχειρησιακά υποστηρικτικά εργαλεία, στα οποία εκπαιδεύτηκαν οι τοπικοί χειριστές, τα οποία αποτελούνταν από πρωτόκολλα και εφαρμογές για:
 - Συλλογή δεδομένων τοποθεσίας, όγκου, διαθεσιμότητας, είδος βιοαποβλήτων σε αγροτεμάχια του Δήμου Νέστου, και
 - Ελέγχου παραμέτρων κομποστοποίησης
 - Βέλτιστων διαδρομών των οχημάτων συλλογής μέσω της εφαρμογής της διαγνωστικής εργαλειοθήκης.
3. Παρουσιάστηκε εφαρμογή κινητού για βέλτιστη διαδρομή οχημάτων συλλογής με βάση τη διαθεσιμότητα, την τοποθεσία και τον όγκο των βιοαποβλήτων του Δημοτικού διαμερίσματος.
4. Αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε Πρωτόκολλο θρυμματοποίησης για σωστή κοκκομετρία των βιοαποβλήτων με βάση τη σύνθεσή τους για βελτιστοποίηση του χρόνου ζύμωσης.
5. Αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε Πρωτόκολλο κομποστοποίησης, ελέγχου και διαχείρισης των παραμέτρων για την ορθή λειτουργία της μονάδος με εφαρμογή διαχειριστικών αναφορών με βάση τα δεδομένα εισόδου από την εργαλειοθήκη μέσω του ΔτΠ από τον κεντρικό κόμβο προς τους τοπικούς χειριστές. (άνοιγμα αεροσυμπιεστή, διόρθωση της αλκαλικότητας με προσθήκη ανθρακικού ασβεστίου, προσθήκη υγρασίας με του αρδευτικού συστήματος ή προσθήκη NO₃ για τη διατήρηση του λόγου C/N). Πραγματοποιήθηκε έλεγχος και παρακολούθηση των βιοτικών (βάρος, τέφρα, υγρασία, pH, ηλ. αγωγιμότητα και θερμοκρασία κλπ) και βιοτικών παραμέτρων (μικροβιακή αναπνοή, ολικά βακτήρια, σύσταση βιομάζας) στο διαπιστευμένο με ISO 17025 εργαστήριο του ΔΚΠ. Αναπτύχθηκε πρωτόκολλο βέλτιστων συνθηκών ζύμωσης (Οξύτητα μεγαλύτερη του 7, υγρασία 60%, θερμοκρασία 55 C)
6. Έγινε έλεγχος στο τελικό παραγόμενο προϊόν (κομπόστ), των βιοτικών (βάρος, τέφρα, υγρασία, pH, ηλ. αγωγιμότητα και θερμοκρασία κλπ) και βιοτικών παραμέτρων (μικροβιακή αναπνοή, ολικά βακτήρια, σύσταση βιομάζας) του στο διαπιστευμένο με ISO 17025 εργαστήριο του ΔΚΠ, και βρέθηκε ότι είναι τύπου Α σύμφωνα με τα κριτήρια και τις προδιαγραφές για το πιστοποιητικό Ecolabel.

7. Έγινε εφαρμογή και έλεγχος της ενσωμάτωσης του κομπόστ σε πειραματικούς αγρούς σε συγκεκριμένη δοσολογία με προσδιορισμό της υγείας του εδάφους μετά την ενσωμάτωσή τους και βρέθηκε βελτίωση της εδαφικής υγείας. Αναπτύχθηκε πρωτόκολλο ενσωμάτωσης για δύο τύπους εδαφών.

Η ανάπτυξη πρωτοκόλλου κομποστοποίησης, ελέγχου και διαχείρισης των παραμέτρων, η Διαγνωστική Εργαλειοθήκη, οι εφαρμογές που αναπτύχθηκαν, τα δεδομένα από το ΔτΠ, η εφαρμογή για τη βελτιστοποίηση της συλλογής της βιομάζας, τα συστήματα λήψης απόφασης κατά την επεξεργασία και εφαρμογή του τελικού προϊόντος, η ανάπτυξη πρωτοκόλλου κομποστοποίησης, αποτέλεσαν απαραίτητα υποστηρικτικά εργαλεία για την επιχειρησιακή λειτουργία της ΚΟΙΝΣΕΠ έτσι ώστε να μπορέσει να υλοποιήσει το επιχειρηματικό της σχέδιο συλλογής, επεξεργασίας των βιοαποβλήτων και εφαρμογής του τελικού παραγόμενου κομποστ με αποτελεσματικό τρόπο.



Εικ. 1: Η διαγνωστική εργαλειοθήκη που χρησιμοποιήθηκε για τις μετρήσεις πεδίου

2. Λειτουργία πιλοτικής μονάδας κομποστοποίησης.

Μετά την ολοκλήρωση του σχεδιασμού της πιλοτικής μονάδας κομποστοποίησης και την ανάπτυξη των υποστηρικτικών εργαλείων, στο Δήμο Νέστου, στο πλαίσιο του προγράμματος “Green Crew” ξεκίνησε η εφαρμογή του σχεδιασμού για την λειτουργία της πιλοτικής μονάδας.

Ο επιλεγμένος χώρος (αγρόκτημα Αγιάσματος), διαμορφώθηκε κατάλληλα από συνεργεία του Δήμου Νέστου με τις κατάλληλες υποδείξεις του αναδόχου.

Όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο παραδοτέο η κομποστοποίηση στο δήμο Νέστου πραγματοποιήθηκε με ανοιχτό σύστημα κομποστοποίησης και συγκεκριμένα σε στατικούς γραμμικούς σωρούς.

Οι γραμμικοί σωροί των αγροτικών υπολειμμάτων προς κομποστοποίηση τοποθετήθηκαν πάνω σε ένα δίκτυο αεριστήρων και διαχείρισης της υγρασίας (εξοπλισμός ο οποίος αγοράστηκε από το Δήμο Νέστου στο πλαίσιο του προγράμματος), οι οποίοι παρείχαν τον απαραίτητο αέρα, είτε με θετική πίεση (παροχή αέρα στο σωρό) είτε με αρνητική πίεση (αναρρόφηση αέρα από το σωρό). Μέσω της απορρόφησης ή εμφύσησης αέρα ελεγχόταν και η θερμοκρασία των σωρών. Εξαιτίας της έλλειψης της διαδικασίας ανάδευσης, και για τη διατήρηση επιθυμητής θερμοκρασίας σε ολόκληρο το σώμα των σωρών, αυτοί σκεπαζόταν εξωτερικά με ένα γεωύφασμα, το οποίο λειτουργούσε θερμομονωτικά.



Εικ. 2: Δίκτυο αεριστήρων & διαχείρισης υγρασίας

Αρχικά έγιναν 2 γραμμικοί σωροί με διαστάσεις (Μήκος 50μ Χ πλάτος 3,5μ Χ ύψος 1,5 -2μ). Στην συνέχεια εξαιτίας της μεγάλης ποσότητας των βιοαποβλήτων δημιουργήθηκε ακόμη ένας γραμμικός σωρός.

2.1 Στάδια και διαδικασίες κομποστοποίησης

2.1.1 Συλλογή – προεπεξεργασία

Αρχικά τα βιοαπόβλητα, τα οποία ήταν κλαδέματα από καλλιέργειες και χώρους πρασίνου του Δήμου, συλλεγόταν στο αγρόκτημα του Αγιάσματος, εκεί όπου πραγματοποιήθηκε η κομποστοποίηση, σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο. Το μεγαλύτερο ποσοστό των βιοαποβλήτων αποτελούσαν κυρίως από κλαδέματα ελαιόδεντρων κι σε μικρότερο ποσοστό από κωνοφόρα, πλατάνια κλπ.

Παραδοτέο 3 (Π3):
Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου

Στην συνέχεια γινόταν η προεπεξεργασία των βιοαποβλήτων δηλαδή κατάλληλος διαχωρισμός τους ώστε να έχουν κοινές φυσικές και χημικές ιδιότητες για τα επόμενα βήματα του σχεδιασμού.

Για να τοποθετηθούν στους σωρούς, μετά τον διαχωρισμό τους ακολουθούσε ο τεμαχισμός τους σε κατάλληλο μέγεθος και η τελική τους ανάμειξη, με την χρήση του μηχανικού κλαδοτεμαχιστή. Το μέγεθος των τεμαχιδίων προς κομποστοποίηση κυμαινόταν από 1,5-7,5 εκατοστά.



Εικ. 3: Κλαδοτεμαχιστής

Τα τεμαχισμένα πλέον βιοαπόβλητα τοποθετήθηκαν στο κατάλληλο διαμορφωμένο χώρο, με χρήση μηχανημάτων του Δήμου Νέστου και εκπαιδευμένο προσωπικό του αναδόχου, ώστε να δημιουργηθούν οι γραμμικοί σωροί που είχαν αρχικά σχεδιαστεί. Μετά από κάθε παραλαβή βιοαποβλήτων, αφού γινόταν η κατάλληλη επεξεργασία τους αυτά προθέτονταν στους γραμμικούς σωρούς μέχρι αυτοί να φράσουν στις τελικές τους διαστάσεις (50μ X 3,5μ X 2μ).



Εικ 4: Δημιουργία σωρών



Εικ. 5: Γραμμικοί σωροί

Μέχρι το τέλος του πιλοτικού δημιουργήθηκαν 3 γραμμικοί σωροί οι οποίοι συνεχώς ανανεωνόταν.

2.1.2 Έλεγχος παραμέτρων

Τόσο στα συλλεχθέντα βιοαπόβλητα, όσο και στο τελικό προϊόν, έγινε μια σειρά μετρήσεων από το διαπιστευμένο εργαστήριο του ΔΚΠ και τις φορητές μετρητικές υποδομές (αισθητήρες τηλεδιαγνωστικής εργαλειοθήκης) με βάση το πρωτόκολλο που αναπτύχθηκε. Επιπλέον, τόσο τα βιοαπόβλητα όσο και το τελικό προϊόν αναλύθηκαν στο πιστοποιημένο εργαστήριο του ΔΚΠ, όπως περιγράφονται στα αντίστοιχα πρωτόκολλα (όλοι οι έλεγχοι σύμφωνα με τις προδιαγραφές Ecolabel). Στα συλλεχθέντα βιοαπόβλητα, για να παραμετροποιηθούν οι συνθήκες κατά τη φάση της ζύμωσης και να βελτιστοποιηθούν οι αβιοτικές συνθήκες της (διόρθωση οξύτητας, υγρασίας, θερμοκρασίας και αερισμού) έγινε συστηματική παρακολούθηση μέσω της τηλεδιαγνωστικής εργαλειοθήκης, των αβιοτικών συνθηκών που επικρατούσαν. Κατά τη φάση ελέγχου του τελικού προϊόντος αναπτύχθηκε η αντίστοιχη βιβλιοθήκη φασματικών υπογραφών, μετά από συσχέτιση της στοιχειομετρικής ανάλυσης των συστατικών του κομπόστ με τις αντίστοιχες φασματικές υπογραφές.

Για να επιτευχθεί ο βασικός χαρακτηρισμός των ιδιοτήτων του παραγόμενου κομπόστ αλλά και για να βελτιστοποιηθούν οι παράμετροι της κομποστοποίησης γινόταν έλεγχος μια σειράς παραμέτρων σύμφωνα με το πρωτόκολλο που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο υλοποίησης του έργου.

Οι μετρήσεις έγιναν αρχικά τόσο αρχικά στα συλλεχθέντα βιοαπόβλητα μετά τον τεμαχισμό τους όσο κι στην πορεία της διαδικασίας της κομποστοποίησης με λήψη δείγματος από διαφορετικά σημεία των σωρών.

Οι παράμετροι ελεγχόταν καθ' όλη την διάρκεια της κομποστοποίησης, τόσο στο διαπιστευμένο με ISO 17025 χημικό εργαστήριο του ΔΚΠ όσο και στο πεδίο με μετρήσεις πεδίου με την χρήση της διαγνωστικής εργαλειοθήκης της ΚΟΙΝΣΕΠ.

Εκτενής μελέτη της χημικής σύστασης και άλλων φυσικοχημικών χαρακτηριστικών αρχικών δειγμάτων βιομάζας και των σχετικών κομπόστ πραγματοποιήθηκε στο χημικό εργαστήριο του Τμήματος Χημείας του ΑΠΘ (εταίρος του προγράμματος Green Crew) στο πλαίσιο του παραδοτέου 4.2.3 του Τμήματος Χημείας του ΑΠΘ

Παραδοτέο 3 (Π3):
Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου

Με χρήση των αντίστοιχων αισθητήρων της εργαλειοθήκης άλλα και με εργαστηριακές αναλύσεις στο εργαστήριο του ΔΚΠ πραγματοποιήθηκαν οι ακόλουθες μετρήσεις:

- Μέτρηση pH με φορητό pHμετρο.
- Μέτρηση EC με φορητό αγωγιμόμετρο.
- Μέτρηση έκλυσης CO₂, με χρήση Dräger Detection Tubes for Carbon Dioxide 0,1%/a.
- Η αναλογία θρεπτικών συστατικών (λόγος C/N)
- Μέτρηση υγρασίας και θερμοκρασίας κομπόστ με χρήση ψηφιακού αισθητήρα υγρασίας, θερμοκρασίας (Decagon 5TE).
- Λήψη φασματικής υπογραφής κομπόστ με χρήσης κατάλληλου φορητού φασματοφωτόμετρου για συσχέτιση και εξαγωγή ποιοτικών χαρακτηριστικών κομπόστ, με χρήση φασματικών βιβλιοθηκών που έχουν χτιστεί μετά από εργαστηριακές αναλύσεις δειγμάτων κομπόστ.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

ΕΙΔΟΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ	ΜΕΘΟΔΟΣ	
	ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ	ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ –
Ειδικό βάρος αποβλήτων, υλικού προς κομποστοποίηση	Εργαστηριακή ανάλυση	Επί τόπου ζύγισμα
Ποσότητα αποβλήτων /υλικών		Ζύγισμα
Λόγος C/N	Εργαστηριακή ανάλυση/ Διαγνωστική εργαλειοθήκη	
Αναλογία υλικού δομής στο μίγμα	-	Προσθήκη κατάλληλων υλικών για την επίτευξη σωστής αναλογίας
Όγκος/ μάζα σειραδίου	-	Υπολογισμός όγκου επί τόπου ανάλογα με τις διαστάσεις
Υγρασία μίγματος	Εργαστηριακή ανάλυση/ Διαγνωστική εργαλειοθήκη	Μέτρηση επι τόπου
pH μίγματος	Εργαστηριακή ανάλυση/ Διαγνωστική εργαλειοθήκη	Μέτρηση επι τόπου
Προφίλ θερμοκρασίας - χρόνου	-	Μέτρηση θερμοκρασίας με αισθητήρες. Από την έναρξη της κομποστοποίησης μέχρι το στάδιο της

Παραδοτέο 3 (Π3):
Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου

		ωρίμανσης θα δημιουργηθεί ένα προφίλ θερμοκρασίας χρόνου για κάθε σειράδιο λαμβάνοντας υπόψη τις απαιτήσεις υγειονομοποίησης του υλικού
Δειγματοληψία για έλεγχο τελικού προϊόντος	Δειγματοληψία βάσει προτύπων	Δειγματοληψία από το προσωπικό του αναδόχου

Η διάρκεια της κομποστοποίησης ήταν 8 μήνες και κατά την διάρκεια του πιλοτικού γινόνταν έλεγχος των παραμέτρων της, καθώς κι ρύθμιση αυτών όταν κρινόταν απαραίτητο, από το προσωπικό του αναδόχου με την χρήση όλων των προαναφερόμενων υποστηρικτικών εργαλείων που αναπτύχθηκαν στο πλαίσιο του έργου. Παρακάτω δίνεται πίνακας με τις παραμέτρους που ελεγχόταν και την συχνότητα των ελέγχων αυτών.

Παράμετρος	Συχνότητα
Εισερχόμενα υλικά προς κομποστοποίηση	
Ποσότητα	Καθημερινά
Είδος/ Ταυτοποίηση	Καθημερινά
Ποιότητα (Προσμίξεις)	καθημερινά
Διαμόρφωση σειραδίων	
Είδος- Μέγεθος σειραδίου	Κατά την διαμόρφωση του σωρού
Κομποστοποίηση	
Θερμοκρασία σειραδίων (φάση κομποστοποίησης)	Καθημερινά
Θερμοκρασία σειραδίου (φάση υγειονομοποίησης)(Κατά την αρχική φάση της κομποστοποίησης
Υγρασία σειραδίου	Ανά 2-3 ημέρες
Όγκος σειραδίου	εβδομαδιαίως
Ωρίμανση	

Παραδοτέο 3 (Π3):
Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου

Θερμοκρασία σειραδίου	Εβδομαδιαίως ή πριν και μετά την ανάδευση
Υγρασία σειραδίου	
Ραφινάρισμα	
Ποσότητα υπολειμμάτων προς επαναχρησιμοποίηση/ταφή	
Αποθήκευση κομπόστ	
Ποσότητα κομπόστ	Μετά το τέλος της διαδικασίας
Βασικός έλεγχος κομπόστ Υγρασία Προσμίξεις Οσμή Ομοιογένεια Ύπαρξη μούχλας	Κάθε 15 ημέρες
Σταθερότητα κομπόστ	Κατά την ολοκλήρωση της διαδικασίας
Χαρακτηρισμός κομπόστ (Δειγματοληψίες – Αναλύσεις στο διαπιστευμένο εργαστήριο του ΔΚΠ)	Κατά την ολοκλήρωση της διαδικασίας

2.1.3 Αποτελέσματα μετρήσεων κατά την διάρκεια της κομποστοποίησης

Πραγματοποιήθηκαν 3 μετρήσεις (στην αρχή της κομποστοποίησης-στη διάρκεια και στο τέλος της κομποστοποίησης στο τελικό παραγόμενο προϊόν- κομπόστ) σε 3 διαφορετικά δείγματα που ελήφθησαν από διαφορετικές θέσεις των σωρών. Για να υπάρχει σύγκριση των αποτελεσμάτων το βάρος κάθε δείγματος είναι σταθερό στα 300 gr.

1^η- Αρχή Κομποστοποίησης

Parameter	Δείγμα Νο1	Δείγμα Νο2	Δείγμα Νο3
Θερμοκρασία °C	22	23	24
Υγρασία %	82	85	85
Χρώμα/Οσμή	Ανοιχτό/Δυσάρεστη	Ανοιχτό/Δυσάρεστη	Ανοιχτό/Δυσάρεστη
pH	8,78	8,04	8,74
EC (μS/cm)	1669	1777	1396
TOC (mg/L)	1215	1384	1449
TN (mg/L)	59,84	66,3	70,5
TOC/TN	20,3	20,8	20,5

2^η-Στάδιο Κομποστοποίησης

Parameter	Δείγμα Νο1	Δείγμα Νο2	Δείγμα Νο3
Θερμοκρασία °C	22	22	23
Υγρασία %	72	71	74
Χρώμα/Οσμή	Σκούρο/Ουδέτερη	Σκούρο/Ουδέτερη	Σκούρο/Ουδέτερη
pH	7,98	8,22	7,63
EC (μS/cm)	1576	1612	1377
TOC (mg/L)	1115	1282	1392
TN (mg/L)	61,88	71,8	88,1
TOC/TN	18,0	17,8	15,8

3^η-Τελικό Προϊόν- Κομπόστ

Parameter	Δείγμα Νο1	Δείγμα Νο2	Δείγμα Νο3
Θερμοκρασία °C	20	21	20
Υγρασία %	62	59	60
Χρώμα/Οσμή	Σκούρο καφέ/ Ευχάριστη	Σκούρο καφέ/ Ευχάριστη	Σκούρο καφέ/ Ευχάριστη
Πυκνότητα(Kg/m ³)	710	708	712
pH	7,18	7,72	7,03
EC (μS/cm)	1512	1591	1322
TOC (mg/L)	1103	1150	1369
TN (mg/L)	71,21	73,2	90,5
TOC/TN	15,4	15,7	15,1
Cd (mg/Kg dm)	0,3	0,4	0,4
Cr (mg/Kg dm)	65	58	54

Παραδοτέο 3 (Π3):
Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου

Pb (mg/Kg dm)	42	44	41
Cu (mg/Kg dm)	65	66	65
Ni (mg/Kg dm)	10	12	15
Zn (mg/Kg dm)	205	202	213
PAH's	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>
PCB's	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>
Βιολογικοί Παράγοντες (E-coli, Salmonella)	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>	<i>n.d.</i>

Τα όρια για κομπόστ A Class σύμφωνα με τα κριτήρια και τις προδιαγραφές για το πιστοποιητικό Ecolabel

Parameter	Units	Class A
Moisture content	% wb	< 75 (40-60)
Density	Kg/m ³	600-800
pH / Conductivity		
Total Organic Carbon	%	15-20
Total Nitrogen	%	≤ 3
K₂O	%	
Ca	%	
Mg	%	
S	%	
TOC/TN		15-18
Cd	mg/Kg dm	1–1,5
Cr	mg/Kg dm	100
Pb	mg/Kg dm	100-120
Cu	mg/Kg dm	100-150
Ni	mg/Kg dm	50
Zn	mg/Kg dm	300

Από τις μετρήσεις που έγιναν, στο διαπιστευμένο με ISO 17025 εργαστήριο του ΔΚΠ, στα 3 δείγματα του παραγόμενου κομπόστ, παρατηρούμε ότι μπορεί να χαρακτηριστεί ως τύπου Α σύμφωνα με τα κριτήρια και τις προδιαγραφές για το πιστοποιητικό Ecolabel.

Το τελικό προϊόν μετά από τον χαρακτηρισμό του ως τύπου Α χρησιμοποιήθηκε από τον Δήμο σε χώρους πρασίνου του Δήμου Νέστου.

3. Πιλοτική εφαρμογή του παραγόμενου κομπόστ σε διάφορους τύπους εδαφών

Μετά την ολοκλήρωση της κομποστοποίησης, έγινε εφαρμογή του παραγόμενου κομπόστ σε δύο εδαφικούς τύπους, σε καλλιέργεια καλαμποκιού, στο αγρόκτημα της Γεωπονικής Σχολής του ΑΠΘ

Τα πειραματικά αγροτεμάχια για την εφαρμογή του κομπόστ ήταν περίπου 1000m² και η συνολική διάταξη των οικοπέδων ήταν 4x4 όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Παραδοτέο 3 (Π3):
Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου



Εικ. 6: Πιλοτικά αγροτεμάχια εφαρμογής παραγόμενου κομπόστ

Συγκεκριμένα υπήρχε ένα αγροτεμάχιο αναφοράς -Μ- το οποίο χρησιμοποιήθηκε για παρατήρηση, ένα αγροτεμάχιο με ανόργανη λίπανση -Κ- και τα δύο τελευταία τεμάχια -C1- και -C2- με καθορισμένη ποσότητα κομπόστ (C1> C2) μετά από ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

Εφαρμογή κομπόστας στο πεδίο 31.25 kg per plot στο C1 πιλοτικό and 15.62 kg per plot στο C2 πιλοτικό.

	C1	C2
kg/acre	5000	2500
kg/m²	5	2,5
m²/plot	25	25
kg/plot	125	62,5
Total kg	500	250

Κατά τη φάση ενσωμάτωσης του τελικού προϊόντος μέσω διαδικασιών Γεωργίας μειωμένου αποτυπώματος άνθρακα και τη χρήση της τηλεδιαγνωστικής εργαλειοθήκης αγρού, ελέγχθηκε η επιτυχής ενσωμάτωσή του στο εδαφικό οικοσύστημα σε δύο εδαφικούς τύπους στο αγρόκτημα της Γεωπονικής Σχολής του ΑΠΘ σε πειραματικά αγροτεμάχια. Σε όλες τις παραπάνω φάσεις

Παραδοτέο 3 (Π3):
Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου

χρησιμοποιήθηκαν και ελέγχθηκαν για την αξιοπιστία τους οι νέες τεχνολογίες ΔτΠ καθώς και οι εφαρμογές που αναπτύχθηκαν, για να αποτελέσουν υποστηρικτικά εργαλεία των ΚΟΙΝΣΕΠ που στο μέλλον θα επιχειρήσουν για τη λειτουργία ανοικτών μονάδων κομποστοποίησης, κατά το πρότυπο της ΚΟΙΝΣΕΠ που τις χρησιμοποίησε για να λειτουργήσει την ανοικτή πιλοτική μονάδα στο δήμο Νέστου.

Με τη χρήση της φορητής εργαλειοθήκης και μετά την ενσωμάτωση του τελικού προϊόντος στο έδαφος, πραγματοποιήθηκαν σειρά αναλύσεων στο πεδίο και έγινε έλεγχος εφαρμογής του κομπόστ στους δύο τύπους εδαφών που πιλοτικά εφαρμόστηκε. Με τις μετρήσεις που έγιναν εκτιμήθηκε η μεταβολή της υγείας του εδάφους στα πιλοτικά αγροτεμάχια C1 και C2 που εφαρμόστηκαν διαφορετικές δόσεις κομπόστ. Επίσης έγιναν και αναλύσεις στο εργαστήριο του ΔΚΠ.



Εικ. 7: Προετοιμασία εδαφικών δειγμάτων

Η ανάλυση του εδάφους και των φυτών έδειξε ότι υπήρχε βελτίωση στη φυσική, χημική και βιολογική κατάσταση του εδάφους χάρη στην εφαρμογή του κομπόστ. Η ανάπτυξη των καλλιεργειών ήταν καλή ομοιόμορφη σε όλα τα αγροτεμάχια, αλλά η συνεχής εφαρμογή του κομπόστ για τις επόμενες σεζόν αναμένεται να βελτιώσει τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά της παραγωγής.

Η εφαρμογή ανόργανων λιπασμάτων δεν βελτίωσε την παραγωγή, σε σύγκριση με την εφαρμογή κομπόστ, επομένως το κομπόστ αποδεικνύεται ότι είναι μια καλύτερη εναλλακτική λύση σε σχέση με την ανόργανη λίπανση και παρέχει οικονομικό και περιβαλλοντικό όφελος.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ

Παραδοτέο 3 (Π3):
Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου



Παραδοτέο 3 (Π3):
Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου



Παραδοτέο 3 (Π3):
Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου



Παραδοτέο 3 (Π3):
Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου



**Παραδοτέο 3 (Π3):
Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου**



Παραδοτέο 3 (Π3):
Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου



Παραδοτέο 3 (Π3):
Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου



Παραδοτέο 3 (Π3):
Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου



Παραδοτέο 3 (Π3):
Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου



Παραδοτέο 3 (Π3):
Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου



Παραδοτέο 3 (Π3):
Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου



Παραδοτέο 3 (Π3):
Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου



Παραδοτέο 3 (Π3):
Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου



Παραδοτέο 3 (Π3):
Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου



Παραδοτέο 3 (Π3):
Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου



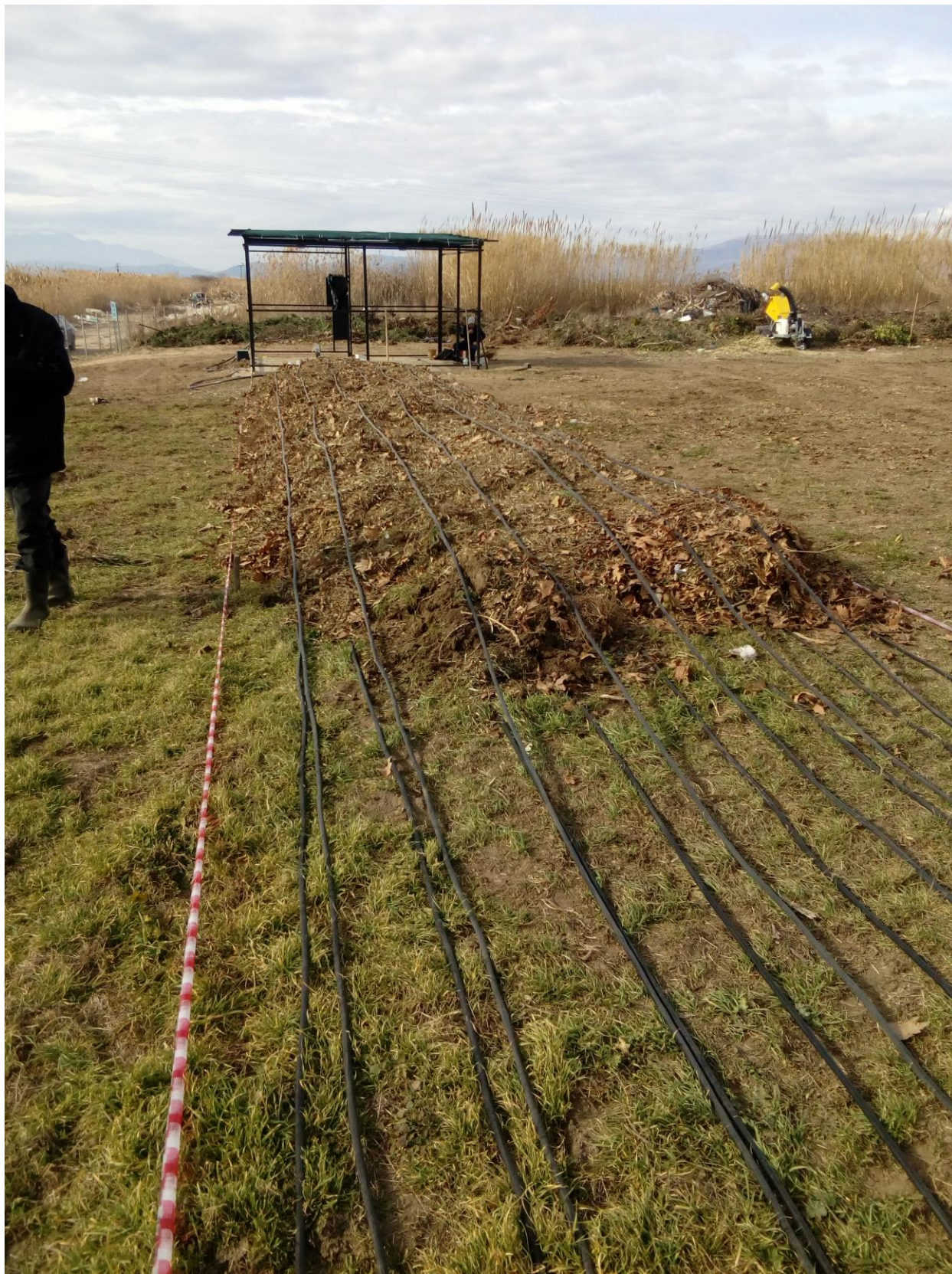
Παραδοτέο 3 (Π3):
Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου



Παραδοτέο 3 (Π3):
Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου



Παραδοτέο 3 (Π3):
Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου



Παραδοτέο 3 (Π3):
Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου



Παραδοτέο 3 (Π3):
Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου



Παραδοτέο 3 (Π3):
Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου



Παραδοτέο 3 (Π3):
Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου



Παραδοτέο 3 (Π3):
Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου



Παραδοτέο 3 (Π3):
Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου



Παραδοτέο 3 (Π3):
Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου



Παραδοτέο 3 (Π3):
Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου



Παραδοτέο 3 (Π3):
Τελική Απολογιστική έκθεση των πεπραγμένων για τη διεξαγωγή του πιλοτικού στο Δήμο Νέστου

