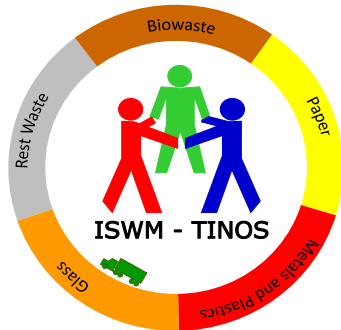


LIFE Έργο «ISWM-TINOS»

Ανάπτυξη και αξιολόγηση ενός Ολοκληρωμένου συστήματος
για τη Διαχείριση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων σε
συμφωνία με την Οδηγία Πλαίσιο 2008/98/ΕΕ.

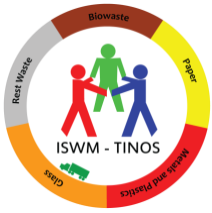


Κωνσταντίνος Μουστάκας
konmoust@central.ntua.gr



LIFE & Πόλεις
10-11 Απριλίου 2019





Το έργο LIFE+ 'ISWM TINOS'

Website: www.iswm-tinos.uest.gr

LIFE 10 ENV/GR/000610

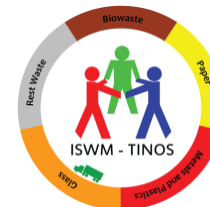
- **Στόχος:**

“Η ανάπτυξη και αξιολόγηση ενός ολοκληρωμένου σχεδίου διαχείρισης των στερεών αποβλήτων στην Τήνο σε συμφωνία με την Οδηγία 2008/98/ΕΚ. Συγκεκριμένα, προβλεπόταν η οργάνωση ξεχωριστής συλλογής των ανακυκλώσιμων υλικών (χαρτί, πλαστικό, γυαλί και μέταλλο) καθώς και η ξεχωριστή συλλογή των βιοαποβλήτων και η μετέπειτα αερόβια βιολογική επεξεργασία τους με κομποστοποίηση στην Τήνο. Το πιλοτικό σχέδιο εφαρμόστηκε σε δείγμα 100 νοικοκυριών του Δήμου Τήνου. Παράλληλα, διερευνήθηκε η δυνατότητα αναερόβιας επεξεργασίας δείγματος οργανικών αποβλήτων σε πιλοτικό επίπεδο στις πειραματικές διατάξεις στην πόλη Treviso στην Ιταλία.”

- **Τοποθεσία Υλοποίησης Έργου:** Τήνος, Ελλάδα
- **Προϋπολογισμός Έργου:** 1,437,368.00 €
- **Χρηματοδότηση ΕΕ:** 718,684.00 € (50%)
- **Διάρκεια:** 46 μήνες, Έναρξη: 1.10.2011 Λήξη: 31.07.2015



Παρουσίαση Εταίρων



(1) Δήμος Τήνου (TINOS)



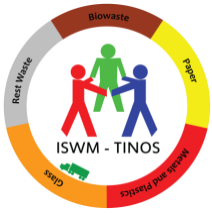
(2) Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (NTUA)



(3) Πανεπιστήμιο της Βερόνα (UNIVR)



(4) Εθνικό Κέντρο Έρευνας & Τεχνολογικής Ανάπτυξης / Ινστιτούτο Χημικών Διεργασιών και Ενεργειακών Πόρων



Πιλοτική περιοχή του LIFE+ 'ISWM TINOS'

Website: www.iswm-tinos.uest.gr

LIFE 10 ENV/GR/000610

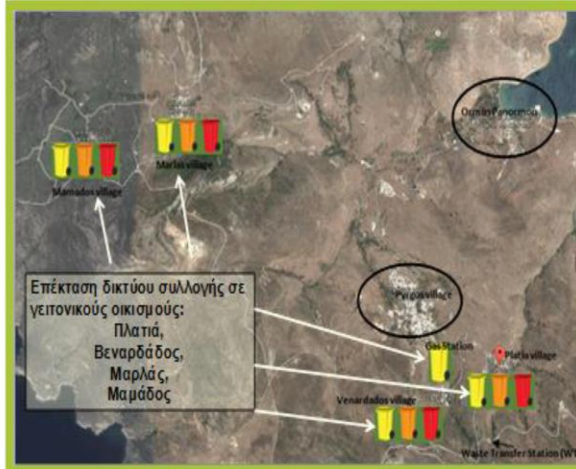
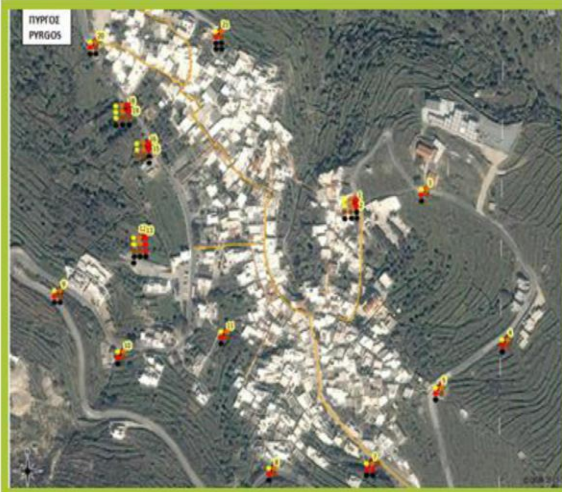
Το έργο υλοποιήθηκε στους οικισμούς Πύργου και Πανόρμου του Δήμου Τήνου

Πληθυσμός - στόχος: 400 κάτοικοι – 100 νοικοκυριά



Το πιλοτικό σύστημα ολοκληρωμένης διαχείρισης των ΑΣΑ στους επιλεγμένους οικισμούς του Δήμου Τήνου

ΔΙΚΤΥΟ ΣΗΜΕΙΩΝ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΣΤΗΝ ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΤΗΝΟΥ



- Συλλογή των υλικών – στόχων από κεντρικούς κάδους (kerbside collection).
- Το δίκτυο συλλογής αποτελούνταν από 30 σημεία στην περίμετρο του Πύργου και του Πάνορμου, στα οποία οι κάτοικοι που συμμετείχαν μετέφεραν τα προδιαλεγμένα απόβλητα σε εξωτερικούς κάδους, απ' όπου συλλέγονταν από το Δήμο.
- Το σύστημα 'ISWM – TINOS' ξεκίνησε τη λειτουργία του από τον Ιούνιο του 2013 και γρήγορα επεκτάθηκε σε 4 γειτονικούς οικισμούς: Πλατιά, Βεναρδάδος, Μαυράς & Μαμάδος.

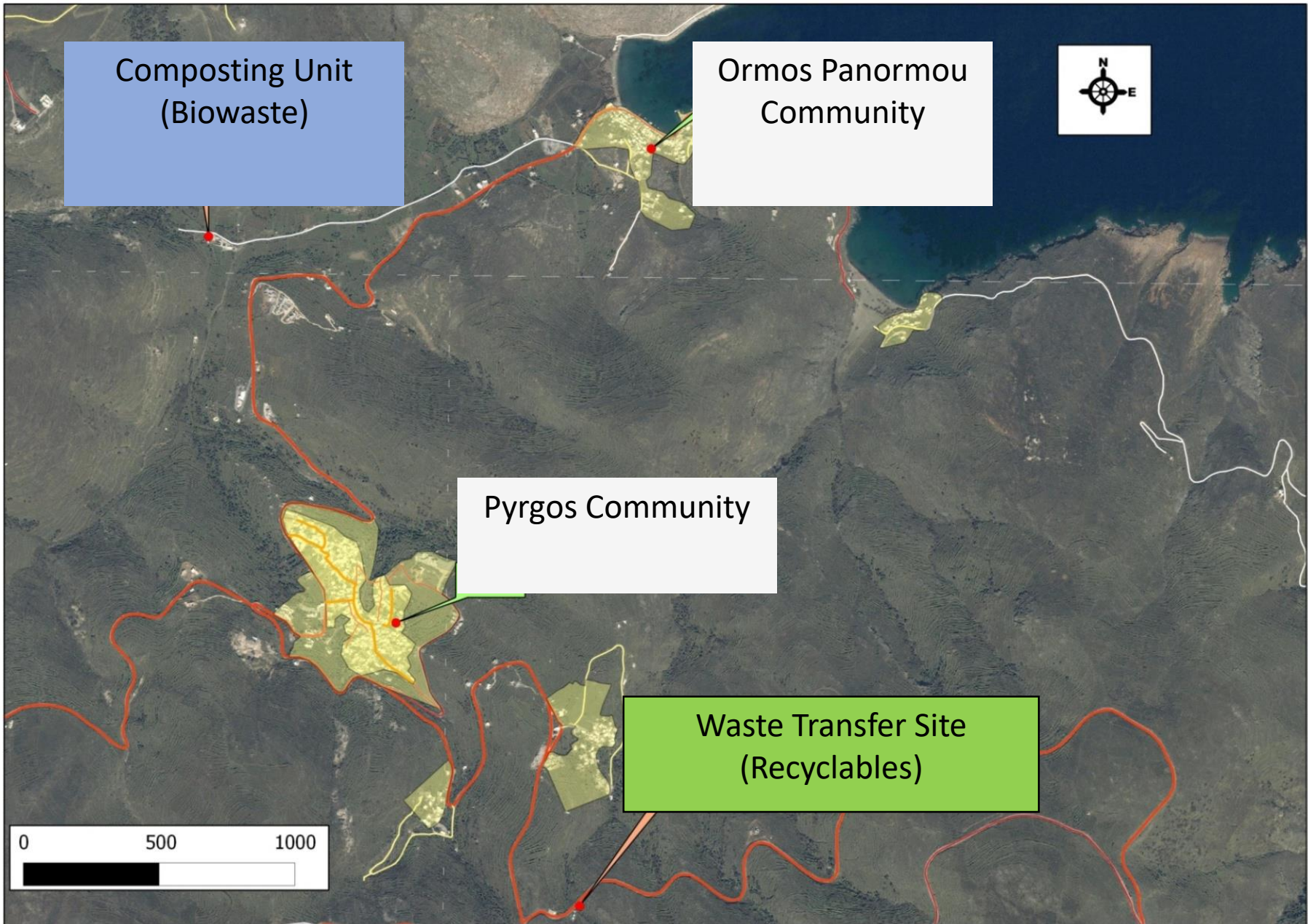
Composting Unit
(Biowaste)

Ormos Panormou
Community



Pyrgos Community

Waste Transfer Site
(Recyclables)



ΣΧΕΔΙΟ 'ISWM – ΤΙΝΟΣ' ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΓΙΑ ΤΑ ΞΗΡΑ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΑ

ΕΝΑ ΞΕΧΩΡΙΣΤΟ ΧΡΩΜΑ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΑΠΟΒΛΗΤΟ ΣΤΟΧΟ: κίτρινο για χαρτί/χαρτόνι, πορτοκαλί για γυαλί και κόκκινο για πλαστικό & μέταλλο

Απόβλητα
Συσκευασιών
Χαρτί/Χαρτόνι
Γυαλί
Μέταλλο &
Πλαστικό

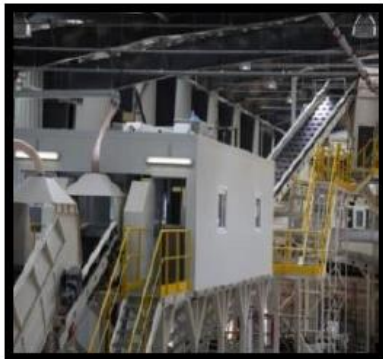
Εσωτερικός Εξοπλισμός



Σακούλες πολλαπλών χρήσεων



Κάδοι 240L



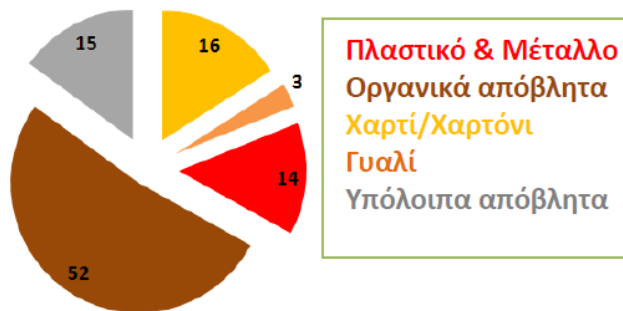
Μεταφορά σε
ΚΔΑΥ στην
Αττική



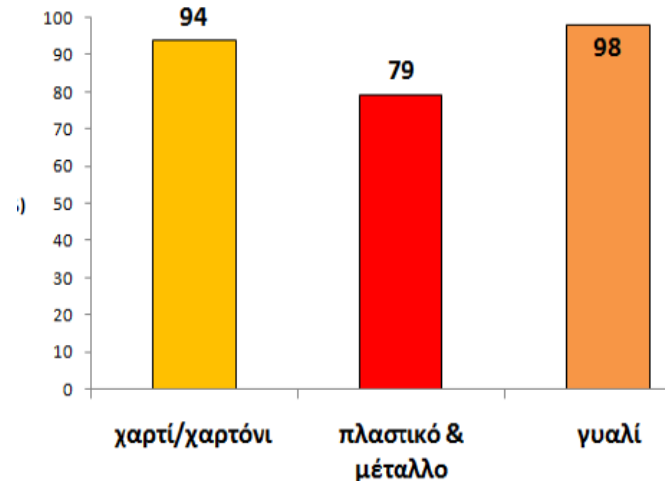
Συλλογή & μεταφορά & προσωρινή αποθήκευση

Αποτελέσματα του συστήματος 'ISWM – TINOS' ως προς τη ΔσΠ & ανακύκλωση

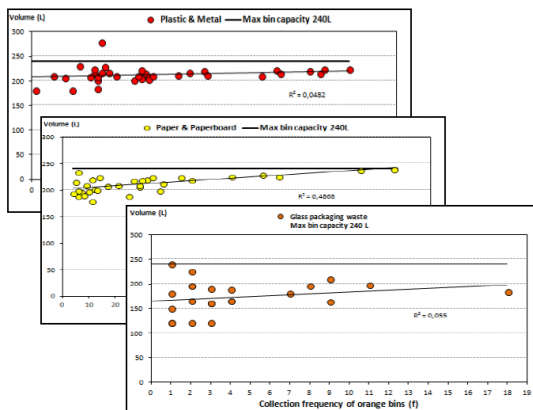
Εκτιμώμενη ποσοστιαία (%) σύσταση ΑΣΑ περιοχής μελέτης



Πλαστικό & Μέταλλο
Οργανικά απόβλητα
Χαρτί/Χαρτόνι
Γυαλί
Υπόλοιπα απόβλητα



Ποσοστά ανάκτησης στο ΚΔΑΥ \approx 90% (10% προσμίξεις) κατά μέσο όρο

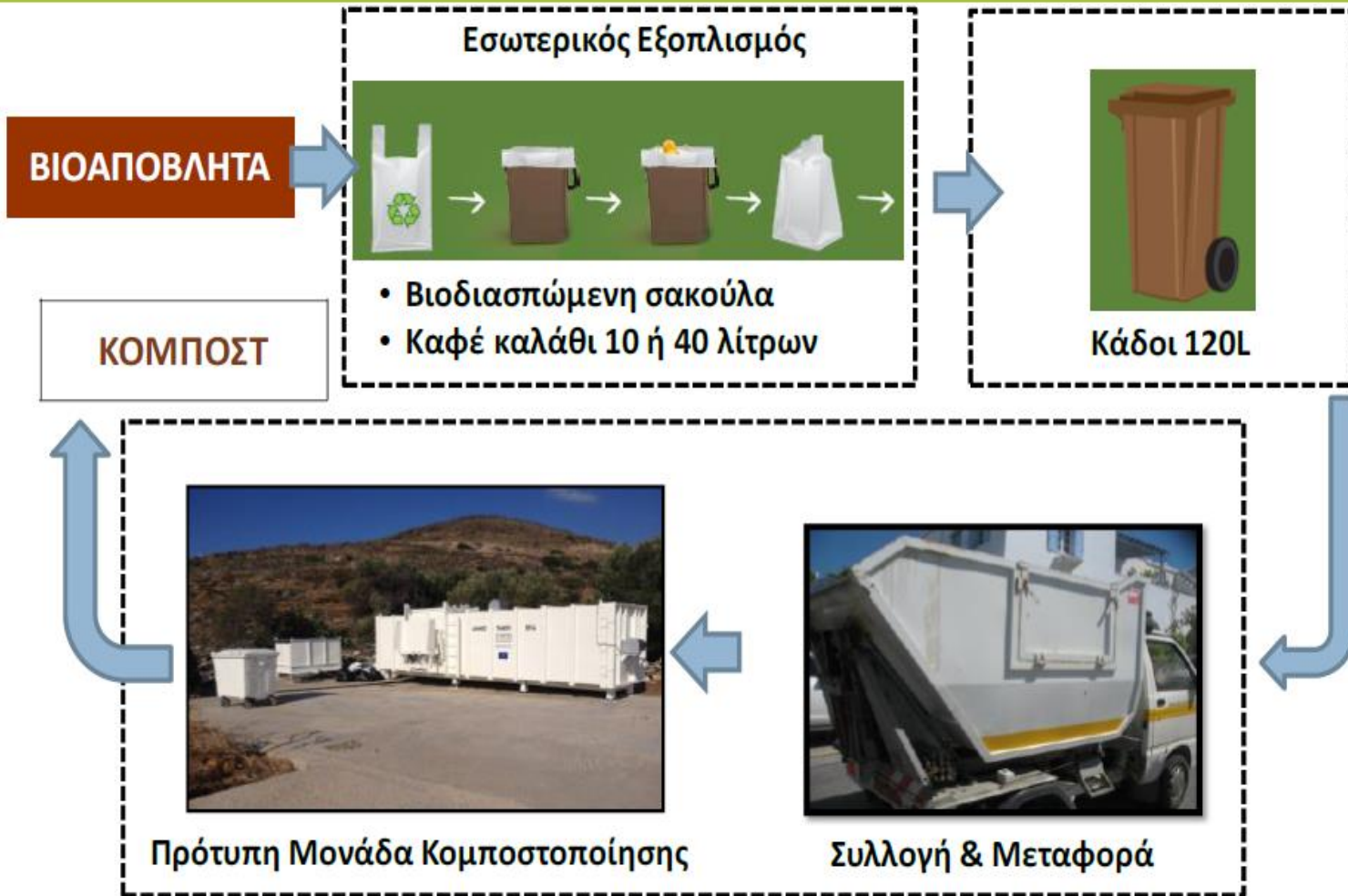


Το σύστημα 'ISWM – TINOS' χαρακτηρίζεται **αποδοτικό** ως προς τη συχνότητα συλλογής των υλικών από τους κεντρικούς κάδους συλλογής

Τα ποσοστά ανάκτησης στα απόβλητα συσκευασίας στα ΚΔΑΥ στην Ελλάδα κυμαίνεται μεταξύ 50-60%. Η διαφοροποίηση αυτή της απόδοσης σχετίζεται κυρίως με την πρακτική της ΔσΠ των απορριμμάτων σε διαφορετικά ρεύματα, σε αντίθεση με το σύστημα μικτής συλλογής των αποβλήτων συσκευασίας σε 'ένα κάδο' που συνήθως εφαρμόζεται στην Ελλάδα (σύστημα μπλε κάδων).

ΣΧΕΔΙΟ 'ISWM – TINOS' ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΓΙΑ ΤΑ ΒΙΟΑΠΟΒΛΗΤΑ

Καφέ χρώμα για την ξεχωριστή συλλογή των διατροφικών & πράσινων αποβλήτων



Αποτελέσματα του συστήματος 'ISWM – TINOS' ως προς τη ΔσΠ & κομποστοποίηση των βιοαποβλήτων στο νησί της Τήνου

Η επεξεργασία των βιοαποβλήτων πραγματοποιήθηκε σε **πρότυπη μονάδα κομποστοποίησης**, η οποία σχεδιάστηκε με **καινοτόμα χαρακτηριστικά** και κατασκευάστηκε υπό την επίβλεψη της ομάδας εργασίας του ΕΜΠ. Η μονάδα εγκαταστάθηκε στον Πάνορμο Τήνου και ξεκίνησε τη λειτουργία της από τον Ιούλιο του 2014.

ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΡΗ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

1. **Τμήμα προ-επεξεργασίας** του οργανικού υλικού (τεμαχισμός)
2. **Τμήμα τροφοδοσίας** του βιοαντιδραστήρα του πρότυπου συστήματος κομποστοποίησης
3. Κομποστοποιητής: **Μηχανολογικός εξοπλισμός**
4. Κομποστοποιητής: **Βιοαντιδραστήρας** (4 διαδοχικά στάδια διεργασίας – μετατόπιση υλικού με έμβολο)
5. **Βιόφιλτρο** (κατασκευή από φυσικά υλικά, απόσμιση απαερίων διεργασίας)





Πρότυπο κλειστό σύστημα κομποστοποίησης για αποκεντρωμένη διαχείριση βιοαποβλήτων



- ✓ Η δυναμικότητα κυμαίνεται από 70 έως 200 tn yr⁻¹ (χρόνος παραμονής 15 έως 60 ημέρες)
- ✓ Αυτοματοποιημένα συστήματα ύγρανσης, αερισμού και απόσμησης
- ✓ Βιοφίλτρο για την επεξεργασία των εκπεμπόμενων αερίων
- ✓ Συλλογή και ανακυκλοφορία των στραγγισμάτων
- ✓ Δεν απαιτείται μηχανική ανάδευση
- ✓ Τυπικός κάδος φόρτωσης, συνδυάζεται με όχημα συλλογής με ανατροπή φορτίου



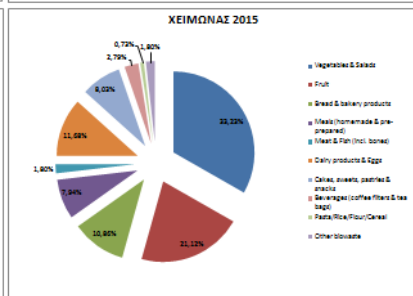
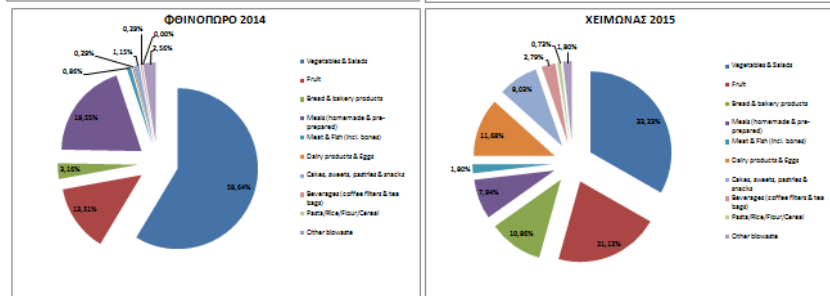
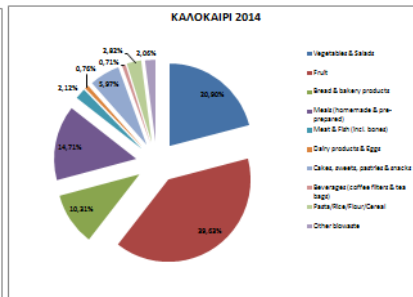
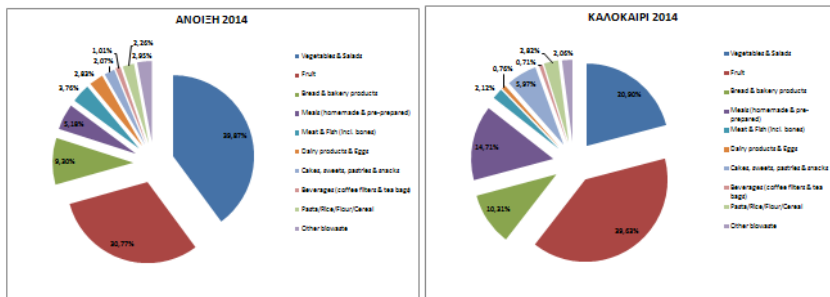
Αποτελέσματα του συστήματος 'ISWM – TINOS' ως προς τη ΔσΠ & κομποστοποίηση των βιοαποβλήτων στο νησί της Τήνου

Οι επιτόπιες αναλύσεις κατά τη διάρκεια υλοποίησης της ΔσΠ των βιοαποβλήτων ανέδειξαν τις κυριότερες κατηγορίες διατροφικών αποβλήτων που περιέχουν τα παραγόμενα βιοαπόβλητα στην περιοχή εφαρμογής τους έργου ανά εποχή. Οι μέσες τιμές ήταν:

- Γεύματα (σπιτικά ή προ-παρασκευασμένα) : 12 %
- Ψωμί και είδη αρτοποιίας: 8 %
- Φρούτα: 26 %
- Λαχανικά και σαλάτες: 38 %



Το χαμηλό ποσοστό προσμίξεων που καταγράφηκε (ΜΟ~1,5 %) δείχνει ότι τα συμμετέχοντα νοικοκυριά ξεχώριζαν στην πηγή τα βιοαπόβλητά τους αποτελεσματικά. Το γεγονός αυτό οφείλεται στις εκτεταμένες δράσεις ενημέρωσης και εκπαίδευσης του πληθυσμού-στόχου με ποικίλα μέσα (εκδηλώσεις, φυλλάδια, πόστερ, ενημερωτικά δελτία κτλ)



Compositional analysis of biowaste

Ανάλυση ποιότητας παραχθέντος κόμποστ

- 👍 Απουσία παθογόνων μικροοργανισμών
- 👍 Απουσία σπόρων παρασιτικών φυτών
- 👍 Μη φυτοτοξικό



Τελικό προϊόν (κόμποστ)

Περιεχόμενο σε Βαρέα Μέταλλα (mg/kgTS)					
Χώρες – Πρότυπα ποιότητας	Cd	Ni	Pb	Cu	Zn
Ιταλία (D.lgs 75/2010)	1,5	100	140	230	500
Γερμανία (RAL GZ 245)	1,5	50	150	100	400
Ηνωμένο Βασίλειο (BSI 2005)	1,5	50	200	200	400
Γαλλία (NF-U44-051, 2006)	3	60	180	300	600
Σουηδία (SPCR 120)	1	50	100	600	800
Ευρωπαϊκά κριτήρια αποχαρακτηρισμού End of Waste Criteria (EoWC)	1,5	50	120	100	400
Τήνος κομποστ (πilotικό έργο 'ISWM TINOS')	0,43	28,66	74,42	76,30	255,82
ΕΜΑΚ, Α. Λιοσίων: κόμποστ από σύμμεικτα απόβλητα	0,94	47,63	182,9	214,36	433,81

Οι εργαστηριακές αναλύσεις του **παραγόμενου κόμποστ** από το διαπιστευμένο εργαστήριο της Μονάδας Περιβαλλοντικής Επιστήμης & Τεχνολογίας του ΕΜΠ έδειξαν ότι το προϊόν της διαδικασίας της κομποστοποίησης από την ξεχωριστή συλλογή των βιοαποβλήτων στους οικισμούς Πύργου και Πανόρμου του Δήμου Τήνου, οδήγησε στην παραγωγή ενός προϊόντος με πολύ καλά χαρακτηριστικά, ιδιότητες και αξία που **δύναται στην πράξη να χρησιμοποιηθεί ως εδαφοβελτιωτικό, μειώνοντας την ανάγκη για εισαγωγές συνθετικών χημικών λιπασμάτων**. Ένα τέτοιου είδους υλικού έχει **προστιθέμενη αξία** ειδικότερα στην περίπτωση μελέτης της Τήνου που είναι νησιωτική περιοχή, δεδομένου του προβλήματος ερημοποίησης των εδαφών που συμβαίνει σε πολλές περιοχές της χώρας μας, κυρίως νησιών και βουνών.

Αποτελέσματα της μελέτης για την αναερόβια χώνευση των προδιαλεγμένων στην πηγή βιοαποβλήτων στο Πανεπιστήμιο της Βερόνα Ιταλία – εναλλακτική μέθοδος συμπίεσης



Αντιδραστήρες Αναερόβιας Χώνευσης που λειτουργούν στο Τρεβίζο, στις εγκαταστάσεις του Πανεπιστημίου της Βερόνα, Ιταλία

Πίνακας 1 Χαρακτηριστικά βιοαποβλήτων

Parameter	m.u.	Average	Max	Min
TS	gTS/kg	196	241	128
TVS	gTVS/kg	164	211	112
TVS/TS	%	88	93	84
COD	mg/gTS	1061	1137	998
TKN	mgN/gTS	27	36	19
P _{tot}	mgP/gTS	3.8	5.0	3.0

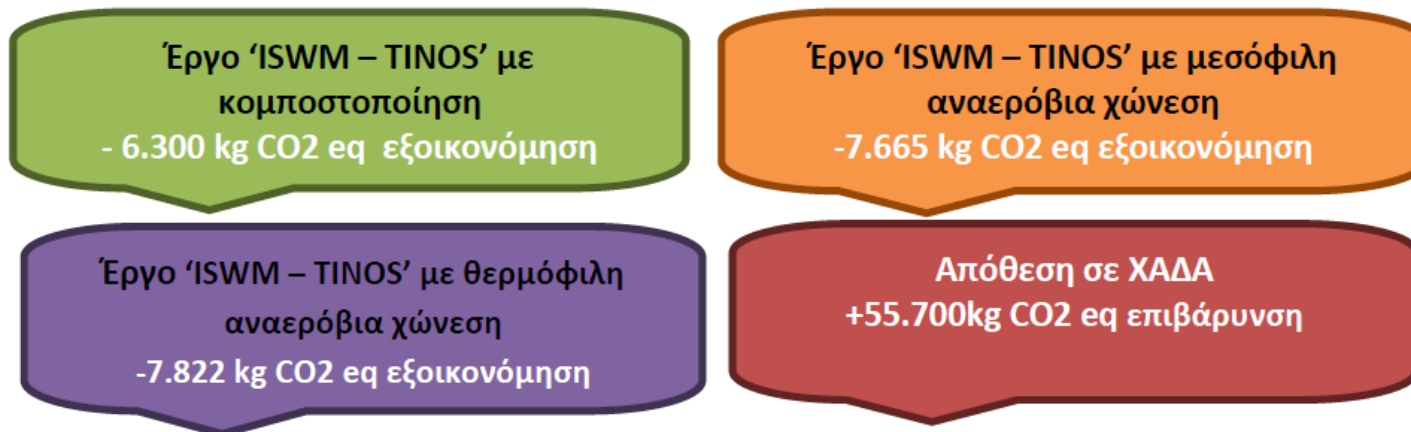
Πίνακας 2 Χαρακτηριστικά βιοαποβλήτων από την πρέσσα

Parameter	units	Average	Max	Min
Total Solids	g /kg	298	151	331
Total Volatile Solids	g /kg	267	133	283
TVS/TS	%	90	80	91
COD	mg/gTS	915	780	1103
TKN	mgN/gTS	28	13	44
P _{tot}	mgP/gTS	3.2	2.0	3.7

Η χρήση πρέσας για την επεξεργασία των βιοαποβλήτων δίνει ένα υλικό που χαρακτηρίζεται από περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία περίπου 20% και πολύ υψηλό βαθμό βιοδιασπασιμότητας. Το στερεό κλάσμα που προκύπτει από την πρέσα μπορεί να χρησιμοποιείται για κομποστοποίηση. Το υδαρές ρεύμα στη συνέχεια υπόκειται σε αναερόβια χώνευση.

Περιβαλλοντικός αντίκτυπος από την εφαρμογή του έργου 'ISWM – TINOS'

Το συνολικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα του **έργου πιλοτικής κλίμακας**:
Ανακύκλωση: 24 μήνες & κομποστοποίηση ή αναερόβια χώνευση: 12 μήνες



Εναλλακτικά Σενάρια που μελετήθηκαν:

1. σενάριο: Σχέδιο 'ISWM – TINOS' με κομποστοποίηση
2. σενάριο: Σχέδιο 'ISWM – TINOS' με μεσόφιλη αναερόβια χώνευση
3. σενάριο: Σχέδιο 'ISWM – TINOS' με θερμόφιλη αναερόβια χώνευση
4. σενάριο: Σχέδιο 'ISWM – TINOS' με απόθεση σε ΧΑΔΑ/ΧΥΤΑ χωρίς επεξεργασία

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

- Εφαρμογή του πιλοτικού σχεδίου «ISWM – TINOS»: προσέγγιση πιο φιλική προς το περιβάλλον σε σύγκριση με την υπάρχουσα πρακτική της ανεξέλεγκτης διάθεσης των ΑΣΑ
- Αναερόβια χώνευση: χαμηλότερες εκπομπές από την κομποστοποίηση λόγω της εξοικονόμησης εκπομπών αποφεύγοντας την παραγωγή ηλεκτρισμού

Περιβαλλοντικός αντίκτυπος από την εφαρμογή του σχεδίου 'ISWM – TINOS' πλήρους κλίμακας

Το συνολικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα του **έργου πλήρους κλίμακας**

Σχέδιο 'ISWM – TINOS' με
κομποστοποίηση
- 1,593,722 kg CO₂ eq εξοικονόμηση

Σχέδιο 'ISWM – TINOS' με μεσόφιλη
αναερόβια χώνευση
- 1,704,174 kg CO₂ eq εξοικονόμηση

Σχέδιο 'ISWM – TINOS' με θερμόφιλη
αναερόβια χώνευση
- 1,726,910 kg CO₂ eq εξοικονόμηση

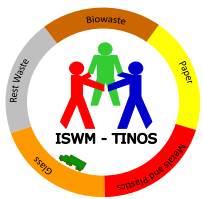
Απόθεση σε ΧΥΤΑ
+ 558,760 kg CO₂ eq επιβάρυνση

Εναλλακτικά Σενάρια που μελετήθηκαν:

1. σενάριο: Σχέδιο 'ISWM – TINOS' με κομποστοποίηση
2. σενάριο: Σχέδιο 'ISWM – TINOS' με μεσόφιλη αναερόβια χώνευση
3. σενάριο: Σχέδιο 'ISWM – TINOS' με θερμόφιλη αναερόβια χώνευση
4. σενάριο: Σχέδιο 'ISWM – TINOS' με απόθεση σε ΧΑΔΑ/ΧΥΤΑ χωρίς επεξεργασία

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

- Θερμόφιλη αναερόβια χώνευση: υψηλότερη απόδοση βιοαερίου σε σύγκριση με τη μεσόφιλη διεργασία
- Αναερόβια χώνευση: σαφώς πιο αποτελεσματική στη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος σε πυκνοκατοικημένες πόλεις/περιοχές
- Προτεινόμενο σχέδιο 'ISWM – TINOS' πλήρους κλίμακας: κατάλληλο για μεταφορά & εφαρμογή σε άλλα ελληνικά νησιά, καθώς και σε απομακρυσμένες / ορεινές περιοχές



Δείκτες αξιολόγησης προγράμματος

Απόβλητα	Μονάδες	Ανακύκλωση
Χαρτί / Χαρτόνι	Κιλά ανά κάτοικο και έτος	33.3
Γυαλί	Κιλά ανά κάτοικο και έτος	11.4
Πλαστικό & Μέταλλο	Κιλά ανά κάτοικο και έτος	21.1
Βιοαπόβλητα	Κιλά ανά κάτοικο και έτος	82.4
Σύνολο ΑΣΑ	Κιλά ανά κάτοικο και έτος	148.2
	% των ΑΣΑ	34.2

Εκτροφή και ανακύκλωση 28.9 τόνους το έτος
(89% καθαρότητα υλικών)

Δράσεις ενημέρωσης και διάχυσης των αποτελεσμάτων του έργου 'ISWM – TINOS'



Σημεία συλλογής αποβλήτων



Ενημερωτικό υλικό 'ISWM TINOS' φυλλάδια, αφίσες, πινακίδες LIFE



Επιτόπια επίσκεψη των συνέδρων του TINOS 2015 στην ΠΡΩΤΟΤΥΠΗ ΜΟΝΑΔΑ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ, που εγκαταστάθηκε στο Βιολογικό Πανόρμου



Εκδηλώσεις ενημέρωσης, εκπαίδευσης, καθαρισμού παραλίας, συμμετοχή σε εργαστήρια δικτύωσης, φεστιβάλ επιστήμης!



ύπης.
ρωσης



National
Technical
University
of Athens

HERAKLION2019

www.heraklion2019.uest.gr

7th International Conference on Sustainable Solid Waste Management

26-29 June 2019

Ευχαριστώ για την προσοχή σας!

Δρ. Κωνσταντίνος Μουστάκας

E konmoust@central.ntua.gr, **W** www.uest.gr

