

Έκθεση αποτελεσμάτων δειγματοληψιών και αναλύσεων για προσδιορισμό της σύστασης των ΑΣΑ στην Πάτρα , την Αττική και την Καλαμάτα.

Αθήνα, Αύγουστος 2014.

Θεμιστοκλής Λέκκας σε συνεργασία με Α. Αρβανίτη, Γ. Καραμανλή, Α. Σιάτη και Δ. Λέκκα (στοιχεία Καλαμάτας)

Εισαγωγή

Στην έκθεση αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των δειγματοληψιών που έγιναν στην Πάτρα τον Μάρτιο του 2013 , στην Αττική Απρίλιο του 2014 και στη Καλαμάτα όπου για 85 ημέρες, από την 11^η Οκτωβρίου του 2013 έως την 3^η Ιανουαρίου του 2014 , μετρήθηκε το σύνολο των παραχθέντων Στερεών αποβλήτων και προσδιορίστηκε η σύσταση του όπως εξηγείται στην συνέχεια.

Για τις δειγματοληψίες στη Πάτρα και στη Αττική χρησιμοποιήθηκε το πρωτόκολλο που παρουσιάζεται στη συνέχεια.

Το πρωτόκολλο αυτό απαιτεί πολύ μεγάλο αριθμό αναλύσεων και επομένως είναι ακριβό (ενδεικτικό κόστος € 20k) , οδηγεί όμως σε αποτελέσματα που μπορούν να δηλωθούν με στατική βεβαιότητα και ως εκ τούτου να είναι χρήσιμα για σχεδιασμούς για έργα διαχείρισης με σχετική ασφάλεια.

Το πρωτόκολλο αυτό αποτελεί συγχρόνως και πρόταση προς την Διοίκηση για την υιοθέτηση του, μετά από διαβούλευση, ως πρότυπης μεθόδου για τις μετρήσεις της σύστασης των ΑΣΑ

Πρωτόκολλο Δειγματοληψίας των ΑΣΑ για τον προσδιορισμό των ΥΣ .

Μέθοδος Θ. Λέκκα-ΕΕΑΑ

(Δειγματοληψίες Πάτρας και Αττικής)

-Οι δειγματοληψίες γίνονται σε ενοποιημένο ρεύμα των ΑΣΑ, δηλαδή, γίνεται επανένωση των δύο ρευμάτων. Για να επιτευχθεί αυτό επιλέγονται σημεία δειγματοληψίας όπου το δίκτυο των πράσινων και μπλε κάδων είναι πλήρως αναπτυγμένο έτσι ώστε σε κάθε σημείο οι κάτοικοι βρίσκουν τόσο πράσινους όσο και μπλε κάδους.

-Από το κάθε σημείο δειγματοληψίας συλλέγεται, συγχρόνως σε ενιαίο δείγμα, τόσο ο (οι) πράσινος κάδος , όσο και ο (οι) μπλε. Η παραδοχή που γίνεται στο σημείο αυτό είναι ότι ένας κάτοικος που απορρίπτει απόβλητα στον πράσινο κάδο θα απορρίψει τα διαλεγμένα για ανάκτηση υλικά στον μπλε κάδο που βρίσκεται στο ίδιο σημείο με τον πράσινο, ή μπορεί και να απορρίψει στο μπλε κάδο κοινά απορρίμματα και στο

πράσινο Υλικά Συσκευασίας. Πάντως στο σημείο αυτό θα απορριφθούν οι συνολικές ποσότητες από τους χρήστες

-Από το κάθε σημείο δειγματοληψίας αποκτώνται ημερήσια δείγματα για επτά συνεχόμενες ημέρες με στόχο την κάλυψη της εβδομαδιαίας διακύμανσης στην ποιότητα των ΑΣΑ.

-Η έναρξη της δειγματοληψίας γίνεται με τους πράσινους και μπλε κάδους άδειους.

-Η περιοχή δειγματοληψίας χωρίζεται σε ζώνες. Κάθε ζώνη έχει κατά το δυνατόν ομοιογένεια ως προς τα κοινωνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά των κατοίκων που καθορίζουν τις καταναλωτικές συνήθειες. Στοιχεία όπως κατά κεφαλή εισόδημα ή τιμή ανά τετραγωνικό μέτρο των ακινήτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Τα αποτελέσματα της κάθε περιοχής συμμετέχουν στο γενικό αποτέλεσμα κατ' αναλογία του πληθυσμού της. Η σημασία χωρισμού της περιοχής δειγματοληψίας σε ζώνες, είναι ότι οι διαφοροποιήσεις στην σύνθεση των ΑΣΑ κάθε ζώνης επηρεάζει το τελικό αποτέλεσμα με βαρύτητα το ποσοστό του πληθυσμού της στο σύνολο της περιοχής δειγματοληψίας.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Δειγματοληψία Πάτρας

Πίνακας περιοχών με πληθυσμούς

| A/A Σημείων Δειγματοληψίας | Περιοχή / Σημείο Δειγματοληψίας | Αριθμός Νοικοκυριών | Ειδικό Βάρος περιοχής (w _i) |
|-------------------------------|---|------------------------|--|
| 1 | Εργατικές Κατοικίες Ιτεών (Πλατεία Κορώνου) | 397 | 0,0241 |
| 2 | Ζαρουχλίκια (Γοργοποτάμου 69/88) | 2875 | 0,1746 |
| 3 | Περιβόλα (Καθάφη & Παξινού) | 202 | 0,0123 |
| 4 | Σκαγιοπούλειο (Ναυαρίνου & Κορυτσάς) | 2302 | 0,1398 |
| 5 | Κέντρο 1 (Μαιζώνος & Κανάρη) | 1641 | 0,0997 |
| 6 | Κέντρο 2 (Κολωκοτρώνη & Καραϊσκάκη) | 670 | 0,0407 |
| 7 | Παλιά Πόλη (Γερμανού & Δανιηλίδος) | 754 | 0,0458 |
| 8 | Αγία Σοφία (Αγ. Σοφίας & Δοιράνης) | 2939 | 0,1785 |
| 9 | Ρίο (Αγ. Βαρβάρας & Σόλωνος) | 1200 | 0,0729 |
| 10 | Προάστειο (Λαοδάμαντος & Ναυσικάς) | 430 | 0,0261 |
| 11 | Αγυιά (Καζαντζάκη & Μάντζαρου) | 2135 | 0,1297 |
| 12 | Ζαβλάνι-Ανθούπολη (Ανθουπόλεως & Πέλλης) | 919 | 0,0558 |
| | | | 1,00 |

Οι περιοχές αυτές προσδιορίστηκαν από τον Δήμο Πάτρας εκτιμώντας ότι παρουσιάζουν εσωτερική ομοιογένεια.

Στην περίπτωση της Πάτρας η περιοχή δειγματοληψίας, που ήταν όλος ο Δήμος, χωρίστηκε σε 12 περιοχές και σε κάθε περιοχή δόθηκε Ειδικό Βάρος ανάλογα με τον πληθυσμό της:

Στην περίπτωση της Αττικής ο χώρος δειγματοληψίας χωρίστηκε σε 14 περιοχές που εκτιμήθηκε από την ΕΕΑΑ ότι παρουσιάζουν ομοιογένεια και σε κάθε περιοχή δόθηκε Ειδικό Βάρος ανάλογα με τον πληθυσμό τους.

-Τα δείγματα συλλέγονται με τη σειρά που άδειασαν οι κάδοι για να αρχίσει η δειγματοληψία. Δηλαδή το κάθε δείγμα αντιστοιχεί σε 24ωρη απόρριψη.

Π.Χ. Εάν σε ένα σημείο άδειασαν οι κάδοι (πράσινοι και μπλε) στις 11 π.μ. , τις επόμενες ημέρες οι κάδοι σε αυτό το σημείο θα αδειάζουν στις 11 π.μ.

-Το κάθε δείγμα μεταφέρεται στο χώρο όπου γίνεται ανάλυση. Προτιμητέα πρακτική είναι να μεταφέρονται τα δείγματα σε ένα ΚΔΑΥ για τον διαχωρισμό τους στα κλάσματα που έχουν προαποφασισθεί. Για τον διαχωρισμό χρησιμοποιείται το προσωπικό του ΚΔΑΥ που είναι εξειδικευμένο και μπορεί εύκολα να διαχωρίζει τα υλικά π.χ. τα διάφορα είδη των πλαστικών συσκευασιών.

-Τα ανακτώμενα υλικά κάθε κατηγορίας αδειάζονται από κάθε περιεχόμενο και καθαρίζονται επιμελώς για την απομάκρυνση όλων των επικολλημένων προσμίξεων πριν τη ζύγιση. Σε περίπτωση που διακρίνεται υγρασία φυλάσσονται για μια εβδομάδα σε στεγασμένο και επαναζυγίζονται. Εναλλακτικά ξηραίνονται στους 105 βαθμούς celsius και ζυγίζονται εκ νέου.

- Ο διαχωρισμός γίνεται στις ακόλουθες κατηγορίες υλικών :

Τα κλάσματα για τα οποία γίνονται διαχωρισμοί είναι τα ακόλουθα:

Χαρτί

-Εφημερίδες και άλλα έντυπα χαρτιά

-Χαρτοκιβώτια

-Άλλα χαρτιά συσκευασίας

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Δειγματοληψία Αττικής

Πίνακας περιοχών με πληθυσμούς

| Αρ. Σημείου Δειγματοληψίας | Περιοχή | Πληθυσμός | % Συμμετοχή περιοχής στο Δείγμα |
|-------------------------------|---|------------------|--|
| 1 | Αγ. Παρασκευή * (+ Χαλάνδρι + Παπάγος/Χολαργός) | 178435 | 7,2% |
| 2 | Αμαρουσίου (+ Βριλήσσια + Λυκόβρυση/Πεύκη) | 134076 | 5,4% |
| 3 | Ηρακλείου (+Μεταμόρφωση) | 79533 | 3,2% |
| 4 | Καισαριανή(+ Δάφνη/Υμηττός + Βύρωνας + Ζωγράφου) | 192419 | 7,7% |
| 5 | Νέα Ιωνία (+Νέα Φιλαδέλφεια + Γαλάτσι) | 162035 | 6,5% |
| 6 | Πεντέλη (+ Κηφισιά + Φιλοθέη/ Ψυχικό) | 132504 | 5,3% |
| 7 | Αγ. Βαρβάρα (Αιγάλεω + Χαϊδάρι) | 143393 | 5,8% |
| 8 | Καλλιθέα (Μοσχάτο) | 141056 | 5,7% |
| 9 | Παλαιό Φάληρο | 208391 | 8,4% |
| 10 | Άλιμος (+ Γλυφάδα) | 138661 | 5,6% |
| 11 | Ηλιούπολη (Ελληνικό/Αργυρούπολη) | 129509 | 5,2% |
| 12 | Αθήνα Κυψ. (Περιοχή Α) | 332023 | 13,4% |
| 13 | Αθήνα Αμπ. (Περιοχή Β) | 332023 | 13,4% |
| 14 | Περιστέρι (+Ίλιον + Πετρούπολης | 182671 | 7,3% |
| Μέσο | | 2.486.729 | 100,0% |

* Ο Δήμος όπου έγινε η δειγματοληψία εκτός παρενθέσεως, οι λοιποί Δήμοι που ανήκουν στην ίδια ζώνη εντός παρενθέσεως.

Πλαστικά

-HDPE συσκευασίας

-LDPE συσκευασίας

- PET συνδυασμό συσκευασίας
- PP/PS συσκευασίας
- Πλαστικά που δεν είναι συσκευασίες

Γυαλί

- συσκευασίες από γυαλί
- γυαλί που δεν είναι συσκευασία

Σίδηρος

- συσκευασίες από σίδηρο
- σίδηρος που δεν είναι συσκευασία

Αλουμίνιο

- συσκευασίες από αλουμίνιο
- αλουμίνιο που δεν είναι συσκευασία

Ξύλο

- συσκευασίες από ξύλο
- ξύλο που δεν είναι συσκευασία

Βιολογικά απόβλητα

- απόβλητα τροφής
- απόβλητα κήπου

WEEE

- απόβλητες ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές

Άλλα υλικά

- υφάσματα, πάνες, δέρματα, παπούτσια, σαπούνια, σύνθετα προϊόντα
- Κ.λπ. και γενικώς οτιδήποτε δεν εμπίπτει στις πιο πάνω κατηγορίες.

-Για κάθε σημείο υπολογίζεται το επί τοις εκατό ποσοστό του κάθε συστατικού που μετρήθηκε, δηλαδή της κάθε κατηγορίας υλικού για την οποία αναλύουμε, του συνόλου των ΥΣ και του υπολείμματος (οργανικά και διάφορα). Με τις επτά τιμές που διαθέτουμε υπολογίζουμε την Σταθερή Απόκλιση (SD) του ποσοστού αυτού για κάθε σημείο δειγματοληψίας.

-Χρησιμοποιώντας το Ειδικό Βάρος του κάθε σημείου δειγματοληψίας, που εξαρτάται από τον πληθυσμό στον οποίο αντιστοιχεί, υπολογίζουμε την σταθμισμένη Σταθερή Απόκλιση του ποσοστού για όλη την περιοχή δειγματοληψίας.

-Προσδιορίζουμε επίσης τον σταθμισμένο Μ.Ο. του ποσοστού του συστατικού που θέλουμε να εκφράσουμε π.χ για τα ΥΣ. Αυτό είναι ο γενικός Μ.Ο. που προκύπτει από όλες τις αναλύσεις.

-Γνωρίζοντας:

τον Μ.Ο. , \bar{X}

την Σταθερή Απόκλιση, S

και τον αριθμό δειγμάτων, n (σημείων δειγματοληψίας)

είναι πλέον δυνατόν να προσδιορίσουμε το εύρος των τιμών για ένα επιθυμητό Επίπεδο εμπιστοσύνης :

Ποσοστό των ΥΣ = $A \pm \text{σφάλμα}$ για E επίπεδο εμπιστοσύνης

Αποτελέσματα Δειγματοληψιών Πάτρας

Δειγματοληψίες και αναλύσεις

Μετά από συνεννόηση με το Δήμο της Πάτρας επελέγησαν 12 σημεία δειγματοληψίες όπου υπήρχαν πράσινοι και μπλε κάδοι. Έγινε προσπάθεια τα 12 αυτά σημεία να καλύπτουν όλα τα οικονομικά και κοινωνικά στρώματα της πόλης. Επίσης τα σημεία επελέγησαν έτσι που να βρίσκονται στο κέντρο των αναπτυγμένων δικτύων μπλε και πράσινων κάδων και όχι στις παρυφές των δικτύων. Σε κάθε σημείο υπήρχαν πράσινοι και μπλε κάδοι ούτως ώστε να εξασφαλίζεται η απόρριψη από τους πολίτες τόσο των κοινών αποβλήτων όσο και των υλικών συσκευασίας στο ίδιο σημείο. Σε κάθε σημείο προσδιορίσθηκε το μέγεθος του τομέα δειγματοληψίας για το οποίο εκτιμήθηκε ότι έχουμε ομοιόμορφες κοινωνικοοικονομικές συνθήκες.

Το πρωί της 8^{ης} Απριλίου 2013 άδειασαν όλοι οι κάδοι από τα 12 σημεία και τις επόμενες ημέρες μέχρι την 15^η Απριλίου 2013 συλλεγότανε κάθε πρωί το περιεχόμενο των κάδων του κάθε σημείου, μεταφερότανε στο ΚΔΑΥ της Πάτρας όπου και γινότανε ανάλυση στα συστατικά που έχουν αναφερθεί στον πίνακα. Η δειγματοληψία της κάθε ημέρας για το κάθε σημείο αναλύθηκε χωριστά.

Στον πίνακα 1 παρουσιάζεται ο αριθμός των νοικοκυριών της κάθε περιοχής, όπως και το ειδικό βάρος (σχετική βαρύτητα) της κάθε περιοχής.

Στον πίνακα 3 παρουσιάζονται τα ποσοστά των ΥΣ σε κάθε δείγμα. Στον ίδιο πίνακα παρουσιάζεται, επίσης και η σταθμισμένη Σταθερή Απόκλιση που υπολογίζεται από τις Σταθερές Αποκλίσεις του κάθε σημείου και από τη σχετική βαρύτητα του.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3

Ποσοστά των ΥΣ σε κάθε δείγμα (84 δείγματα : 12 σημεία Χ 7 ημέρες)

| | Σημείο 1 | Σημείο 2 | Σημείο 3 | Σημείο 4 | Σημείο 5 | Σημείο 6 | Σημείο 7 | Σημείο 8 | Σημείο 9 | Σημείο 10 | Σημείο 11 | Σημείο 12 |
|---|-------------|------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| Συσκευασίες 1ης ημέρας | 19,5% | 6,7% | 12,0% | 11,5% | 23,7% | 21,6% | 27,8% | 15,2% | 18,1% | 49,6% | 12,6% | 11,4% |
| Συσκευασίες 2ης ημέρας | 5,6% | 9,4% | 14,8% | 11,8% | 26,6% | 14,1% | 18,0% | 11,3% | 15,2% | 45,5% | 13,2% | 12,5% |
| Συσκευασίες 3ης ημέρας | 13,2% | 4,9% | 14,9% | 9,9% | 22,5% | 26,8% | 34,4% | 19,7% | 15,7% | 22,5% | 12,8% | 6,3% |
| Συσκευασίες 4ης ημέρας | 16,5% | 13,1% | 15,2% | 9,2% | 24,8% | 39,1% | 25,0% | 10,1% | 20,7% | 11,7% | 24,1% | 9,1% |
| Συσκευασίες 5ης ημέρας | 12,0% | 10,6% | 9,1% | 16,2% | | 36,3% | 30,4% | 15,2% | 20,7% | 23,6% | 24,4% | 16,7% |
| Συσκευασίες 6ης ημέρας | 14,1% | 13,6% | 10,9% | 13,1% | 19,2% | 16,1% | | 19,0% | 15,4% | 22,5% | 10,0% | 18,5% |
| Συσκευασίες 7ης ημέρας | 22,6% | 5,3% | 23,2% | 16,7% | 25,8% | 22,3% | 32,5% | 15,1% | 12,6% | 14,4% | 20,0% | 14,4% |
| Si (Standard deviation per site) | 5,5% | 3,6% | 4,6% | 2,9% | 2,7% | 9,5% | 5,9% | 3,5% | 3,0% | 14,7% | 6,0% | 4,2% |
| Si*wi | 0,1% | 0,6% | 0,1% | 0,4% | 0,3% | 0,4% | 0,3% | 0,6% | 0,2% | 0,4% | 0,8% | 0,2% |
| (S1w1+S2w2+...+S12w12)/W | 4,4% | Σταθμισμένη Σταθερή Απόκλιση | | | | | | | | | | |
| Επίπεδο Εμπιστοσύνης | 95% | Σφάλμα | 2.5% | | | | | | | | | |
| | 90% | Σφάλμα | 2.1% | | | | | | | | | |
| | 99% | Σφάλμα | 3,3% | | | | | | | | | |

Στον πίνακα 4 παρουσιάζονται οι σταθμισμένοι μέσοι όροι των ΥΣ που βρέθηκαν κατά τις αναλύσεις

ΠΙΝΑΚΑΣ 4

Σταθμισμένος ΜΟ των Υλικών Συσκευασίας

| | |
|--|----------------|
| Χαρτοκιβώτια | 6,10% |
| Λοιπά Χαρτιά Συσκευασίας | 0,90% |
| HDPE συσκευασίας | 0,60% |
| LDPE συσκευασίας | 2,50% |
| PET συσκευασίας | 1,80% |
| PP/PS συσκευασίας | 1,60% |
| Γυλινη Συσκευασία | 1,40% |
| Σίδηρος Συσκευασία | 1,10% |
| Αλουμίνιο Συσκευασία | 0,30% |
| Ξύλο Συσκευασία | 0,30% |
| Σύνολο Συσκευασίας | 16,70% |
| Χαρτί Εντύπων | 6,20% |
| Λοιπά Ανακτώμενα (Μη συσκευασία) | 2,70% |
| Απόβλητα Τροφής | 40,80% |
| Απόβλητα Κήπου | 3,52% |
| Υφάσματα, πάνες, δέρματα, παπούτσια, σαπούνια, σύνθετα προϊόντα | 2,17% |
| Λοιπά, (κυρίως αποβλητα μπάνιου πχ χαρτιά υγείας κλπ) | 27,40% |
| Απόβλητες ηλεκτρικές & ηλεκτρονικές συσκευές | 0,40% |
| Σύνολο | 100,00% |

Συμπεράσματα από την δειγματοληψία της Πάτρας

Για τη στατιστική ανάλυση προσδιορίσθηκε ένα ενιαίο ποσοστό για τα ΥΣ κάθε δειγματοληψίας και υπολογίσθηκε η σταθερή απόκλιση (S) του ποσοστού αυτού για κάθε ένα από τα 12 σημεία δειγματοληψίας. Στην συνέχεια υπολογίσθηκε η σταθμισμένη σταθερή απόκλιση για τα 12 αυτά σημεία. Με γνωστή τη σταθερή απόκλιση, S, και τους βαθμούς ελευθερίας ,n, (αριθμός τομέων δειγματοληψίας),

υπολογίσθηκε το διάστημα εμπιστοσύνης 95% με τη βοήθεια της κατανομής t (studentdistribution).

Σταθμισμένος μέσος όρος για το ποσοστό κατά βάρος των ΥΣ στα ΑΣΑ είναι

$$S = 16,7$$

και το διάστημα εμπιστοσύνης 95% είναι

$$ΥΣ\% = 16.7 \pm 2,5$$

Ανάλογος υπολογισμός για τα υπολείμματα τροφών, λοιπών οργανικών και λοιπών μη αξιοποιήσιμων, δηλαδή του υπολείμματος (συμπεριλαμβανομένων των ρούχων) δίνει για διάστημα εμπιστοσύνης 95% ποσοστό:

$$Υπόλειμμα\% = 70,4 \pm 4,8$$

Αποτελέσματα Δειγματοληψιών Αττική

Δειγματοληψίες και αναλύσεις στην Αττική

Μετά από συνεννόηση με τούς Δήμους του Λεκανοπεδίου Αττικής επελέγησαν 14 σημεία δειγματοληψίες όπου υπήρχαν πράσινοι και μπλε κάδοι. Έγινε προσπάθεια τα 14 αυτά σημεία να καλύπτουν όλα τα οικονομικά και κοινωνικά στρώματα της περιοχής δειγματοληψίας, όπως έγινε και στην περίπτωση της Πάτρας. Στον πίνακα 2 παρουσιάζονται οι Ομάδες Δήμων που χωρίσθηκε το Λεκανοπέδιο Αττικής, με τους αντίστοιχους πληθυσμούς τους και την ποσοστιαία συμμετοχή στον Μ.Ο.

Επίσης τα σημεία επελέγησαν έτσι που να βρίσκονται στο κέντρο των αναπτυγμένων δικτύων μπλε και πράσινων κάδων και όχι στις παρυφές των δικτύων. Σε κάθε σημείο υπήρχαν πράσινοι και μπλε κάδοι ούτως ώστε να εξασφαλίζεται η απόρριψη από τους πολίτες τόσο των κοινών αποβλήτων όσο και των υλικών συσκευασίας στο ίδιο σημείο. Σε κάθε σημείο προσδιορίσθηκε το μέγεθος του τομέα δειγματοληψίας για το οποίο εκτιμήθηκε ότι έχουμε ομοιόμορφες κοινωνικοοικονομικές συνθήκες.

Την 7^η Μαΐου 2014 άδειασαν όλοι οι κάδοι από τα 14 σημεία και τις επόμενες ημέρες μέχρι την 14^η Μαΐου 2014 (επτά ημέρες) συλλεγότανε κάθε ημέρα το περιεχόμενο των κάδων του κάθε σημείου, με την ίδια σειρά που είχαν αδειάσει έτσι ώστε το κάθε σημείο συνέλλεγε απόβλητα για 24 ώρες, και μεταφερότανε στο ΚΔΑΥ της ΑΣΑ στον Ασπρόπυργο, όπου και γινότανε ανάλυση στα συστατικά που

αναφέρονται στο πρωτόκολλο . Η δειγματοληψία της κάθε ημέρας για το κάθε σημείο αναλύθηκε χωριστά.

Στον πίνακα 5 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των ποσοστών των ΥΣ για τα 98 δείγματα .

ΠΙΝΑΚΑΣ 5

Ποσοστά των ΥΣ σε κάθε δείγμα (98 δείγματα : 14 σημεία Χ 7 ημέρες)

| Συσκευασίες | Σημείο 1 | Σημείο 2 | Σημείο 3 | Σημείο 4 | Σημείο 5 | Σημείο 6 | Σημείο 7 | Σημείο 8 | Σημείο 9 | Σημείο 10 | Σημείο 11 | Σημείο 12 | Σημείο 13 |
|---|-------------|------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| Συσκευασίες 1ης ημέρας | 20,4% | 13,1% | 18,2% | 12,4% | 31,5% | 10,4% | 6,8% | 19,5% | 17,0% | 16,7% | 18,0% | 28,6% | 15,5% |
| Συσκευασίες 2ης ημέρας | 9,1% | 19,9% | 11,6% | 11,6% | 17,4% | 11,5% | 13,5% | 24,1% | 15,9% | 18,9% | 15,0% | 10,6% | 45,6% |
| Συσκευασίες 3ης ημέρας | 16,6% | 20,9% | 28,3% | 13,4% | 9,3% | 20,2% | 9,9% | 14,7% | 19,5% | 22,0% | 17,4% | 33,3% | 17,2% |
| Συσκευασίες 4ης ημέρας | 22,0% | 9,9% | 20,7% | 19,5% | 10,8% | 3,9% | 21,5% | 35,5% | 20,8% | 21,0% | 28,8% | 21,2% | 9,1% |
| Συσκευασίες 5ης ημέρας | 21,3% | 38,9% | 17,0% | 17,1% | 22,0% | 12,6% | 14,8% | 17,6% | 12,0% | 22,8% | 19,1% | 0,0% | 11,7% |
| Συσκευασίες 6ης ημέρας | 36,8% | 12,0% | 8,6% | 23,9% | 8,9% | 25,1% | 25,7% | 29,7% | 23,4% | 18,4% | 13,6% | 37,8% | 15,3% |
| Συσκευασίες 7ης ημέρας | 20,2% | 12,9% | 14,4% | 20,7% | 24,5% | 12,9% | 36,0% | 31,7% | 13,4% | 13,5% | 37,5% | 20,0% | 11,5% |
| Si (Standard deviation per site) | 8,3% | 10,0% | 6,5% | 4,7% | 8,7% | 6,9% | 10,1% | 7,9% | 4,1% | 3,2% | 8,6% | 13,2% | 12,5% |
| Si*wi | 0,6% | 0,5% | 0,2% | 0,4% | 0,6% | 0,4% | 0,6% | 0,4% | 0,3% | 0,2% | 0,4% | 1,8% | 1,7% |
| (S1w1+S2w2+...+S12w12)/W | 8,3% | Σταθμισμένη Σταθερή Απόκλιση | | | | | | | | | | | |
| Επίπεδο Εμπιστοσύνης | 95% | Σφάλμα | 4,4% | | | | | | | | | | |
| | 90% | Σφάλμα | 3,7% | | | | | | | | | | |
| | 99% | Σφάλμα | 5,7% | | | | | | | | | | |

Στον πίνακα 6 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για τα επί μέρους ΥΣ.

Συμπεράσματα από την δειγματοληψία της Αττικής

Για τη στατιστική ανάλυση προσδιορίστηκε ένα ενιαίο ποσοστό για τα ΥΣ κάθε δειγματοληψίας και υπολογίστηκε η σταθερή απόκλιση (S) του ποσοστού αυτού για κάθε ένα από τα 14 σημεία δειγματοληψίας. Στην συνέχεια υπολογίστηκε η σταθμισμένη σταθερή απόκλιση για τα 14 αυτά σημεία. Με γνωστή τη σταθερή απόκλιση, S, και τους βαθμούς ελευθερίας, n, (αριθμός τομέων δειγματοληψίας), υπολογίστηκε το διάστημα εμπιστοσύνης 95% με τη βοήθεια της κατανομής t (student distribution).

ΠΙΝΑΚΑΣ 6

Σταθμισμένος ΜΟ των Υλικών Συσκευασίας

| | | | | | |
|---|---------------|--------|-------------------------|-------|-------|
| | Αττική | | | | |
| Χαρτί/Χαρτόνι/ΧΣΥ | 6,3% | Αττική | Επίπεδο Εμπιστοσύνης | | 95% |
| Πλαστική συσκευασία | 7,3% | | | | |
| Γυάλινη Συσκευασία | 3,5% | | Xm-e | Xm | Xm+e |
| Σίδηρος Συσκευασία | 2,0% | | 15,5% | 19,6% | 23,7% |
| Αλουμίνιο Συσκευασία | 0,4% | | | | |
| Ξύλο Συσκευασία | 0,0% | | | | |
| Σύνολο Συσκευασίας | 19,57% | | | | |
| Χαρτί Εντύπων | 4,6% | | | | |
| Λοιπά Ανακτώμενα (Μη συσκευασία) | 0,2% | | | | |
| Υπόλειμμα (Απόβλητα τροφής & μπάνιου) | 68,5% | | | | |
| Απόβλητα Κήπου | 3,61% | | | | |
| Υφάσματα, δέρματα, παπούτσια | 3,38% | | | | |
| Απόβλητες ηλεκτρικές & ηλεκτρονικές συσκευές | 0,1% | | | | |
| Σύνολο | 100,0% | | | | |

Σταθμισμένος μέσος όρος για το ποσοστό κατά βάρος των ΥΣ στα ΑΣΑ είναι

$$S = 19.6$$

και το διάστημα εμπιστοσύνης 95% είναι

$$ΥΣ\% = 19.6 \pm 4.0$$

Ανάλογος υπολογισμός για τα υπολείμματα τροφών, λοιπών οργανικών και λοιπών μη αξιοποιήσιμων, δηλαδή του υπολείμματος (συμπεριλαμβανομένων των ρούχων) δίνει για διάστημα εμπιστοσύνης 95% ποσοστό:

$$Υπόλειμμα\% = 74,1 \pm 3,8$$

Δειγματοληψίες και Μετρήσεις στην Καλαμάτα

Στον Δήμο Καλαμάτας από την 11^η Οκτωβρίου 2013 μέχρι την 3^η Ιανουαρίου 2014 μετρήθηκαν όλες οι ποσότητες των ρευμάτων που σχετίζονται με τα Στερεά Απόβλητα που παράγονται στον Δήμο αυτόν, δηλαδή οι ποσότητες του πράσινου κάδου, οι ποσότητες εκτός πράσινου κάδου, οι ποσότητες του μπλε κάδου, τα ΒΕΑΣ, οι ανακτήσεις στο ΚΔΑΥ, το υπόλειμμα του ΚΔΑΥ, οι ποσότητες των αξιοποιήσιμων υλικών που ανακτήθηκαν από το ρεύμα του πράσινου κάδου, οι ποσότητες των προς κομποστοποίηση οργανικών και το τελικό υπόλειμμα του ρεύματος του πράσινου κάδου.

Οι μετρήσεις αυτές μας έδωσαν την δυνατότητα να προχωρήσουμε στα ακόλουθα συμπεράσματα:

Σύνολο Σύμμεικτων Αστικών Στερεών Αποβλήτων που ζυγίσθηκαν πριν μεταφερθούν στο χώρο της ΚΜΔ (Κινητής Μονάδας Διαχείρισης) και Κομποστοποίησης και υπολείμματος από το ΚΔΑΥ :

6500 τόνοι

Εξ αυτών τα Ογκώδη (Έπιπλα, στρώματα κ.λπ. υλικά που δεν διατίθενται στον κάδο αλλά συλλέγονται χωριστά – δεν περιέχουν ΥΣ) :

754 τόνοι

Απόβλητα πράσινου κάδου και υπόλειμμα ΚΔΑΥ (ρεύμα που περιέχει ΥΣ):

5746 τόνοι

Ανακτήσεις ΚΔΑΥ :

971 τόνοι

Ή

728 τόνοι

Εάν αφαιρεθούν 243 τόνοι ΒΕΑΣ (Χαρτί)

Σύνολο ΑΣΑ που περιέχουν ΥΣ

6717 τόνοι

(Απόβλητα Πράσινου Κάδου + Υπόλειμμα ΚΔΑΥ + Ανάκτηση ΚΔΑΥ +
+ ΒΕΑΣ)

Ή $6717 \text{tn} / 85 \text{d} = 79 \text{ tn} / \text{d}$ ή

(Με την διόρθωση των ΒΕΑΣ $6474 \text{ tn} / 85 \text{ d} = 76 \text{ tn/d}$)

Ή $79000 \text{Kg/d} / 75000 \text{c} = 1.054 \text{ Kg/pcpd}$ ή

(Με την διόρθωση των ΒΕΑΣ $76000 \text{Kg/d} / 75000 = \mathbf{1.01 \text{ Kg/pcpd}}$)

Αστικών Στερεών Αποβλήτων που περιέχουν ΥΣ

Εάν προσθέσουμε και τα ογκώδη, τα οποία δεν περιέχουν ΥΣ, έχουμε:

$(6500000 \text{ Kg} + 971000 \text{Kg} / (75000 \text{c} \times 85 \text{d})) = \mathbf{1.17 \text{ Kg/pcpd}}$

Όλα τα μεγέθη εκτός της ανάκτησης του ΚΔΑΥ (πιστοποίηση ΕΕΑΑ) έχουν δοθεί από τον Δήμο Καλαμάτας. Στηρίζονται σε ζυγολόγια πιστοποιημένης πλάστιγγας.

Επομένως η ποσότητα των ΑΣΑ προκύπτει με τον πολλαπλασιασμό του πληθυσμού με 1.01 Kg/pcpd και επί της ποσότητας αυτής υπολογίζονται τα ΥΣ που περιέχονται στους κάδους (μπλε και πράσινους) . Πολλαπλασιάζεται, δηλαδή, η συνολική ποσότητα των ΑΣΑ που περιέχουν ΥΣ με το ποσοστό των ΥΣ που είναι γνωστό από δειγματοληψίες και αναλύσεις.

Άμεσος υπολογισμός του ποσοστού των ΥΣ στα ΑΣΑ (κάδοι) της Καλαμάτας.

Σήμερα ανακτώνται:

Στο ΚΔΑΥ $728/85 \times 360 = 3083 \text{ tn/yr}$ (έχουν αφαιρεθεί τα ΒΕΑΣ που δεματοποιούνται στο ΚΔΑΥ)

Στη ΚΜΔ $481/85 \times 360 = 2037 \text{ tn/yr}$ (έχει αφαιρεθεί ένα 10% που θεωρείται προσμίξεις)

ή

Συνολικά 5120 tn/yr

Επομένως για την Καλαμάτα έχουμε ανάκτηση ΥΣ από του κάδους (μπλε και πράσινους):

5120 tn/y

Η ανάκτηση αυτή πλησιάζει το 100% και πάντως είναι μεγαλύτερη του 90%. Δεν περιέχει το ρυπαρό φίλμ LDPE που περιέχεται στα σύμμεικτα , για το οποίο υπάρχει ανοικτό ζήτημα εάν θεωρείται απόβλητο συσκευασίας, ιδιαίτερα όταν έχει χρησιμοποιηθεί για την απόρριψη απόβλητων μπάνιου.

Συμπέρασμα

Εάν δεχθούμε ότι οι ποσότητες των ΥΣ στο υπόλειμμα της ΚΜΔ είναι μικρό έως αμελητέο (η παραδοχή αυτή πρέπει να επιβεβαιωθεί με ειδικές αναλύσεις σημειώνοντας επίσης ότι το υπόλειμμα του ΚΔΑΥ οδηγείται στη ΚΜΔ) μπορούμε να δεχθούμε ότι το ποσοστό 17% για τα ΥΣ στα ΑΣΑ της Πάτρας είναι για τη Καλαμάτα

$5210 \text{ tn/y} / (76 \text{ tn/d} \times 360 \text{ d/y}) = 18.7\%$

Πρέπει βέβαια να προστεθεί στο ποσοστό αυτό το ποσοστό των ΒΕΑΣ που δεν περιέχεται ούτε στο 17% της Πάτρας ούτε στο 18.7% της Καλαμάτας και αφορά χαρτί.

$$243\text{tn}/(85\text{d})\times 360/(79\text{tn}/\text{dx}360\text{d}/\text{y}) = 3.62\%$$

Σε γενικές γραμμές τα στοιχεία θεωρούνται αξιόπιστα διότι δεν είναι αποτέλεσμα δειγματοληψίας, αλλά συνολικής μέτρησης όλων των ποσοτήτων.

Με την διπλή ανάκτηση, τόσο από τον μπλε κλάδο, όσο και από τα σύμμεικτα επιτυγχάνονται εξαιρετικά ποσοστά ανακτήσεων και εάν προστεθούν και τα ΒΕΑΣ δεν υπάρχει κανένα πρόβλημα με νέους στόχους που ενδεχόμενα επιβάλει η ΕΕ.

Στοχαστική προσέγγιση υπολογισμού της ποσότητας των αποβλήτων ΥΣ

Από τα αποτελέσματα που αποκτήθηκαν από την δειγματοληψία της Πάτρας παρατηρούνται πολύ μικρά ποσοστά έντυπου χαρτιού και χαρτιού/χαρτοκιβωτίου. Σε κάθε περίπτωση το ποσοστό που μετρήθηκε, $17\% \pm 2.5\%$ (95 % επίπεδο εμπιστοσύνης) κατά βάρος ΥΣ στα ΑΣΑ είναι αναμενόμενο και κοντά στον Ευρωπαϊκό Μ.Ο. Για την εξαγωγή περισσότερων συμπερασμάτων απαιτούνται αναλύσεις και σε άλλες εποχές.

Από τα αποτελέσματα που αποκτήθηκαν από τη δειγματοληψία της Αττικής προσδιορίστηκε ένα μεγαλύτερο ποσοστό, πάντως επίσης αναμενόμενο, $19.6 \pm 4\%$ (95 % επίπεδο εμπιστοσύνης) κατά βάρος.

Για την περιοχή της Καλαμάτας το ποσοστό των ΥΣ προσδιορίστηκε στο 18.7% με συνολική μέτρηση όλων των ρευμάτων. Στην Καλαμάτα επίσης προσδιορίστηκε ότι το ποσοστό των εκτός ΑΣΑ ΒΕΑΣ είναι 3.62%.

Τα αποτελέσματα αυτά, δείχνουν την διαφοροποίηση, ως προς την σύνθεση των ΑΣΑ, από τη μια περιοχή της χώρας στην άλλη και στην περίπτωση της Αττικής την ισχυρή διαφοροποίηση από ζώνη σε ζώνη και συγχρόνως την αβεβαιότητα που συνοδεύει όποια αναφορά στη σύνθεση των ΑΣΑ. Στην δειγματοληψία της Αττικής αναλύθηκαν 98 δείγματα (!).

Το γεγονός αυτό δείχνει επίσης την πολύ μικρή χρησιμότητα των αποτελεσμάτων που έχουν αναφερθεί κατά καιρούς για την σύνθεση των ΑΣΑ και βασίζονται σε πολύ μικρότερο αριθμό αναλύσεων (μερικές φορές και σε μία μόνο ανάλυση!)

Ο υπολογισμός της τελικής ποσότητας ΥΣ στα Στερεά Απόβλητα με την μέθοδο αυτή απαιτεί, βέβαια, την γνώση του βάρους των ΑΣΑ επί του οποίου θα εφαρμοσθεί το προσδιορισθέν ποσοστό. Αυτό ήταν δυνατόν να γίνει στους υπολογισμούς για την Καλαμάτα επειδή μετρήθηκαν όλα τα ρεύματα των Στερεών Αποβλήτων. Στους υπολογισμούς αυτούς εξαιρέθηκαν τα κλαδέματα, τα ογκώδη και τα μπάζα οικοδομών που συναποτίθενται με τα ΑΣΑ, δεν περιέχουν όμως ΥΣ.

Όταν υπολογίζεται η συνολική ποσότητα των ΥΣ, η μη αφαίρεση των Στερεών Απορριμμάτων που δεν περιέχουν ΥΣ εισάγει σημαντικό σφάλμα στους υπολογισμούς των ΥΣ.

Από τους δύσκολα αμφισβητούμενους υπολογισμούς της Καλαμάτας προκύπτει μια παραγωγή ΑΣΑ, που περιέχουν ΥΣ, 1 Kg/rcrd , για δε την Πάτρα μετά από άμεσες ζυγίσεις όλων των Στερεών Αποβλήτων που αποτίθενται στο ΧΥΤΑ, προέκυψε μια ακόμη μικρότερη ποσότητα , γύρω στα 0.9 Kg/rcrd , κρίνεται όμως ότι απαιτείται περαιτέρω επιβεβαίωση.

Για το τελικό υπολογισμό των ΥΣ στα απόβλητα απαιτείται επιπρόσθετα και γνώση της ποσότητας των ΒΕΑΣ που δεν απορρίπτονται στα ΑΣΑ (ΒΕΑΣ εκτός ΑΣΑ) και η οποία πρέπει να προστεθεί στα ΥΣ που προσδιορίστηκαν στα ΑΣΑ. Αυτό έγινε δυνατόν να γίνει μόνον για τα Στερεά Απόβλητα του Δήμου Καλαμάτας όπου μετρήθηκαν όλα τα ρεύματα στο σύνολο τους.

Η ποσότητα των ΒΕΑΣ εμφανίζεται ως ποσοστό των ΑΣΑ πρώτη φορά στις μετρήσεις της Καλαμάτας που για 85 ημέρες μετρήθηκαν όλα τα ρεύματα , δηλαδή δεν πρόκειται για δειγματοληψία αλλά για πραγματική συνολική μέτρηση.

Απαιτεί επίσης και γνώση της ποσότητας του γυαλιού που δεν απορρίπτεται στα ΑΣΑ.

Η υιοθέτηση των μετρήσεων της Καλαμάτας σε συνδυασμό με τις δειγματοληψίες για τον προσδιορισμό των ΥΣ στα ΑΣΑ που έγιναν στην Πάτρα και στην Αττική, θα μας επέτρεπε ένα πρώτο υπολογισμό της συνολικής ποσότητας των ΥΣ, εάν γίνει η παραδοχή ότι η Καλαμάτα είναι κοντά στο μέσο όρο της Χώρας.

Σε κάθε περίπτωση μπορούμε με αρκετή βεβαιότητα να δεχθούμε ότι:

- Η παραγωγή ΑΣΑ που περιέχουν ΥΣ δεν υπερβαίνει το 1 Kg/rcrd
- Η περιεκτικότητα των ΑΣΑ σε ΥΣ κυμαίνεται μεταξύ του 17% και του 20% κατά βάρος.