



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Σχολή Χημικών Μηχανικών και Μηχανικών
Περιβάλλοντος

Κατεύθυνση: Μηχανικών Περιβάλλοντος

ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΑΣΕΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΙΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΔΕΔΙΣΑ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΤΟΥ
ΔΕΝΑΞΑ ΜΙΧΑΗΛ-ΑΓΓΕΛΟΥ

Χανιά, 2023

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για μη κερδοσκοπικό σκοπό, εκπαιδευτικού ή ερευνητικού χαρακτήρα, με την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για άλλη χρήση θα πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πολυτεχνείου Κρήτης.



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Σχολή Χημικών Μηχανικών και Μηχανικών
Περιβάλλοντος

Κατεύθυνση: Μηχανικών Περιβάλλοντος

**ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΑΣΕΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΙΣ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΔΕΔΙΣΑ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΤΟΥ
ΔΕΝΑΞΑ ΜΙΧΑΗΛ-ΑΓΓΕΛΟΥ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΤΡΥΦΩΝ ΔΑΡΑΣ (ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ)

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΔΙΑΜΑΝΤΟΠΟΥΛΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΓΙΑΝΝΗΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Είναι γεγονός ότι η διαχείριση των αποβλήτων τα τελευταία χρόνια αποτελεί σημαντικό κομμάτι της κοινωνίας. Πλέον στην Ελλάδα πέρα από τους κρατικούς φορείς υπάρχουν και ιδιωτικές εταιρείες ανακύκλωσης που έχουν ως κύριο στόχο την εφαρμογή των κανονισμών της ΕΕ και τους νόμους του κράτους για την αξιοποίηση αυτών των υλικών και τη μικρότερη επιβλαβή επίπτωση στο περιβάλλον. Μία τέτοια σημαντική προσπάθεια αποτελεί και η ΔΕΔΙΣΑ Χανίων, όπου θεωρείται μία από τις καλύτερες σε πανελλαδικό επίπεδο. Στόχος αυτής της εργασίας είναι η παρουσίαση των τάσεων των απορριμμάτων στην ευρύτερη περιοχή της Κρήτης.

Στο πρώτο κεφάλαιο θα περιγραφούν εισαγωγικές έννοιες της ανακύκλωσης, τα είδη αυτής καθώς και οι στρατηγικές της ΕΕ.

Στο επόμενο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι εταιρείες ανακύκλωσης που δραστηριοποιούνται στην Ελλάδα, ενώ αναλύεται διεξοδικά η ΔΕΔΙΣΑ Χανίων.

Ακολουθεί η επεξεργασία των δεδομένων με τη βοήθεια του προγράμματος Minitab και η συζήτηση των αποτελεσμάτων.

Τέλος παρατίθενται τα συμπεράσματα και η βιβλιογραφία.

ABSTRACT

It is a fact that waste management has been an important part of society in recent years. Nowadays in Greece, in addition to state agencies, there are also private recycling companies whose main goal is to implement EU regulations and state laws for the utilization of these materials and the least harmful impact on the environment. Such an important effort is also DEDISA Chania, where it is considered one of the best at a nationwide level. The aim of this work is to present the waste trends in the wider area of Crete.

In the first chapter, introductory concepts of recycling, its types, as well as EU strategies will be described. In the next chapter, the recycling companies active in Greece are presented, while DEDISA of Chania is thoroughly analyzed.

This is followed by the processing of the data using the Minitab program and the discussion of the results.

Finally, the conclusions and the bibliography are listed.

Πίνακας Περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
ABSTRACT	5
Πίνακας Περιεχομένων	6
Κατάλογος Εικόνων	8
Κατάλογος Διαγραμμάτων	9
Κατάλογος Πινάκων.....	11
Κατάλογος Συντμήσεων	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	14
ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ.....	14
1.1 Γενικά.....	14
1.2 Ταξινόμηση αποβλήτων	15
1.3 Είδη Στερεών Αποβλήτων	16
1.3.1 Αστικά Στερεά Απόβλητα (ΑΣΑ).....	16
1.3.2 Απόβλητα Κατασκευών	16
1.3.3 Βιομηχανικά απόβλητα	17
1.3.4 Αγροτικά Στερεά Απόβλητα	17
1.3.5 Εμπορικά απόβλητα	18
1.4 Η στρατηγική 3R (Μείωση, Επαναχρησιμοποίηση και Ανακύκλωση)	19
1.4.1 Μείωση (Reduce).....	20
1.4.2 Επαναχρησιμοποίηση (Reuse).....	20
1.4.3 Ανακύκλωση (Recycle)	20
1.5 Η έννοια της Ανακύκλωσης	21
1.6 Στρατηγικές Ανακύκλωσης	22
1.6.1 Ανακύκλωση κλειστού βρόχου	22
1.6.2 Ανακύκλωση ανοιχτού βρόχου.....	22
1.7 Είδη Διαδικασιών Ανακύκλωσης.....	23
1.7.1 Πρωτογενής Ανακύκλωση	23
1.7.2 Δευτερεύουσα Ανακύκλωση	23
1.7.3 Τριτογενής Ανακύκλωση	24
1.7.4 Τεταρτογενής Ανακύκλωση	25
1.7.5 Πλεονεκτήματα της Ανακύκλωσης	26
1.7.6 Μειονεκτήματα της Ανακύκλωσης	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	30
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΕΤΑΙΡΕΙΕΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ	30
2.1 Η διαχείριση αποβλήτων στην Ευρώπη και στην Ελλάδα	30
2.2 Στόχοι ανακύκλωσης στην ΕΕ και την Ελλάδα	32

2.3 Σημαντικότερες εταιρείες Διαχείρισης αποβλήτων στην Ελλάδα	35
2.3.1 Ελληνικής Εταιρείας Αξιοποίησης Ανακύκλωσης (ΕΕΑΑ)	35
2.3.2 Ανακύκλωση ΑΕΚΚ Αττικής.....	36
2.3.3 Κρόνος ΕΚΟ Α.Ε.....	37
2.3.4 Siakandaris Group.....	38
2.3.5 HELLENIC WASTE RECYCLING S.A.....	41
2.3.6 ANAKEM	42
2.3.7 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΥΣΚΕΥΩΝ Α.Ε.....	45
2.3.8 ΔΕΔΙΣΑ	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	55
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	55
3.1 Χρονοσειρές	55
3.1.1 Χρονοσειρές συνεχούς χρόνου (continuous time series).....	55
3.1.2 Χρονοσειρές διακριτού χρόνου (discrete time series)	55
3.2 Ανάλυση χρονοσειρών	56
3.3 Γραμμικά μοντέλα χρονοσειρών	56
3.4 Μη-γραμμικά μοντέλα	57
3.5 Μεθοδολογία	57
3.6 Αποτελέσματα – Συζήτηση	58
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	86
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	87

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1.1 Η ιεράρχηση της διαχείρισης αποβλήτων (Samiha, 2013).....	19
Εικόνα 2.1 Στόχοι ΕΕ (European Commission, 2019).....	32
Εικόνα 2.2 Στόχοι ανακύκλωσης ανά υλικό συσκευασίας (European Commission, 2019).....	33
Εικόνα 2.3 Το σήμα της Ελληνικής Εταιρείας Αξιοποίησης Ανακύκλωσης (https://www.herrco.gr).....	35
Εικόνα 2.4 Οι τύποι των μπλε κάδων που εφαρμόζονται από τους ΟΤΑ (https://www.dedisa.gr).....	37
Εικόνα 2.5 Το σήμα της εταιρείας (https://anaekk.gr).....	37
Εικόνα 2.6 Το σήμα της εταιρείας (https://kronoseco.gr/).....	37
Εικόνα 2.7 Το σήμα της εταιρείας (https://www.siakandaris.gr).....	39
Εικόνα 2.8 Διάφοροι χώροι της εταιρείας.....	40
Εικόνα 2.9 Το σήμα της εταιρείας (https://www.hellenic-recycling.gr).....	41
Εικόνα 2.10 Το σήμα της εταιρείας (https://www.anakem.gr).....	42
Εικόνα 2.11 Εργασίες που πραγματοποιούνται από την εταιρεία (https://anakem.gr).....	44
Εικόνα 2.12 Το σήμα της εταιρείας (https://www.electrocycle.gr).....	45
Εικόνα 2.13 Το σήμα της εταιρείας (https://www.dedisa.gr).....	46
Εικόνα 2.14. Διάγραμμα Δράσεων.....	47
Εικόνα 2.15 Εργοστάσιο Μηχανικής Ανακύκλωσης & Κομποστοποίησης (ΕΜΑΚ) (https://www.dedisa.gr).....	49
Εικόνα 2.16 Αεροφωτογραφία Ε.Μ.Α.Κ.-Χ.Υ.Τ.Α. (https://www.dedisa.gr).....	50
Εικόνα 2.17 Υποδοχή – Κόσκινα (https://www.dedisa.gr).....	50
Εικόνα 2.18 Ο χώρος επεξεργασίας των στραγγισμάτων (https://www.dedisa.gr).....	52
Εικόνα 2.19 Δεξαμενές θρόμβωσης και συσσωμάτωσης (https://www.dedisa.gr).....	52
Εικόνα 2.20 Χώρος μηχανημάτων (https://www.dedisa.gr).....	54

Κατάλογος Διαγραμμάτων

[illegible]

Γραφική παράσταση χρονοσειράς 3.14.1 Γράφημα χρονοσειράς Γυαλιών υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2020-2021 στη περιοχή Χανίων.....	79
Γραφική παράσταση 3.15 Γράφημα διασποράς Ηλεκτρικών Συσκευών υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2018-2021 στη περιοχή Χανίων.....	80
Γραφική παράσταση χρονοσειράς 3.15.1 Γράφημα χρονοσειράς Ηλεκτρικών Συσκευών υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2018-2021 στη περιοχή Χανίων.....	80
Γραφική παράσταση 3.16 Γράφημα διασποράς Ογκώδη υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2020-2021 στη περιοχή Χανίων.....	81
Γραφική παράσταση χρονοσειράς 3.16.1 Γράφημα χρονοσειράς Ογκώδη υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2020-2021 στη περιοχή Χανίων.....	82
Γραφική παράσταση 3.17 Γράφημα διασποράς Πράσινων Απορριμμάτων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2019-2021 στη περιοχή Χανίων.....	83
Γραφική παράσταση χρονοσειράς 3.17.1 Γράφημα χρονοσειράς Πράσινων Απορριμμάτων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2019-2021 στη περιοχή Χανίων.....	83
Γραφική παράσταση 3.18 Γράφημα διασποράς Χώματων και Πετρών υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2021 στη περιοχή Χανίων.....	84
Γραφική παράσταση χρονοσειράς 3.18.1 Γράφημα χρονοσειράς Χώματων και Πετρών υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2021 στη περιοχή Χανίων.....	85

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 2.1 Ποσότητες ανακυκλωμένων και ανακτημένων υλικών (ΥΠΕΝ,2019)	30
Πίνακας 2.2 Ποσότητες παραγωγής και ανάκτησης αποβλήτων συσκευασίας (ΥΠΕΝ, 2019).....	31
Πίνακας 3.1 Συνολικός πίνακας Ανακτημένων υλικών για το χρονικό διάστημα 2017-2021.....	59
Πίνακας 3.2 Πίνακας Σύμεικτων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2020-2021 στη περιοχή Χανίων.....	60
Πίνακας 3.3 Πίνακας Σύμεικτων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Ελ. Βενιζέλου.....	61
Πίνακας 3.4 Πίνακας Σύμεικτων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Κισσάμου.....	63
Πίνακας 3.5 Πίνακας Σύμεικτων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Κολυμπαρίου.....	64
Πίνακας 3.6 Πίνακας Σύμεικτων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Μαραθίου.....	66
Πίνακας 3.7 Πίνακας Σύμεικτων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Πλατανιά.....	67
Πίνακας 3.8 Πίνακας Σύμεικτων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Σφακίων.....	69
Πίνακας 3.9 Πίνακας Ανακυκλώσιμων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2019-2021 στη περιοχή Χανίων.....	70
Πίνακας 3.10 Πίνακας Ανακυκλώσιμων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Αποκόρωνα.....	72
Πίνακας 3.11 Πίνακας Ανακυκλώσιμων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Κισσάμου.....	73
Πίνακας 3.12 Πίνακας Ανακυκλώσιμων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Πλατανιά.....	75
Πίνακας 3.13 Πίνακας Ανακυκλώσιμων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Ρεθύμνου.....	76
Πίνακας 3.14 Πίνακας Γυαλιών υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2020-2021 στη περιοχή Χανίων.....	78
Πίνακας 3.15 Πίνακας Ηλεκτρικών Συσκευών υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2018-2021 στη περιοχή Χανίων.....	79
Πίνακας 3.16 Πίνακας Ογκώδη υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2020-2021 στη περιοχή Χανίων.....	81
Πίνακας 3.17 Πίνακας Πράσινων Απορριμμάτων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2019-2021 στη περιοχή Χανίων.....	82
Πίνακας 3.18 Πίνακας Χωμάτων και Πετρών υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2021 στη περιοχή Χανίων.....	84

Κατάλογος Συντμήσεων

3R: Reduce-Reuse-Recycle (Μείωση-Επαναχρησιμοποίηση-Ανακύκλωση)
ΑΕΚΚ: Απόβλητα Εκσκαφών, Κατασκευών και Κατεδαφίσεων
ΑΗΕΕ: Απόβλητα ειδών Ηλεκτρικού & Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού
ΑΝΑΚΕΜ: Ανακύκλωση ΑΕΚΚ Κεντρικής Μακεδονίας
ΑΣΑ: Αστικά Στερεά Απόβλητα
ΔΕΔΙΣΑ: Διαδημοτική Επιχείρηση Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων
ΔΕΥΑΧ: Δημοτική Επίχειρηση Ύδρευσης Αποχέτευσης Χανίων
ΕΕ: Ευρωπαϊκή Ένωση
ΕΕΑΑ: Ελληνική Εταιρεία Αξιοποίησης Ανακύκλωσης
ΕΚ: Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο
ΕΛΟΤ: Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης
ΕΜΑΚ: Εργοστάσιο Μηχανικής Ανακύκλωσης και Κομποστοποίησης
ΕΟΑΝ: Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης
ΕΟΠ: Ενώσεις Οργανώσεων Παραγωγών
ΕΣΔΑ: Ευρωπαϊκή Σύμβαση για τα Δικαιώματα του Ανθρώπου
ΕΣΔΑ: Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων
ΕΣΣΠΑ: Εθνικό Στρατηγικό Σχέδιο Πρόληψης Δημιουργίας Αποβλήτων
ΕΧΠΕ: Ενιαίος Χώρος Πληρωμών σε Ευρώ
ΚΔΑΥ: Κέντρο Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών
ΚΕΔΕ: Κεντρική Ένωση Δήμων Ελλάδας
ΜΕΑ: Μονάδα Επεξεργασίας Απορριμμάτων
ΜΕΒΑ: Μονάδα Επεξεργασίας ΒιοΑποβλήτων
ΜΚΟ: Μη Κερδοσκοπική Οργάνωση
ΟΤΑ: Οργανισμός Τοπικής Αυτοδιοίκησης
ΠΔ: Περιφερειακές Διοικήσεις
ΠΔΕΠ: Πρόγραμμα Διευρυμένης Ευθύνης του Παραγωγού
ΠΕ: Περιφερειακή Ενότητα
ΠΕΣΔΑ: Περιφερειακό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων
ΠΜ: Πτέρυγα Μάχης
ΣΔΕ: Σύστημα Διαχείρισης Ενέργειας
ΣΜΑ: Σταθμός Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων
ΣΣΕΔ: Συλλογικά Συστήματα Εναλλακτικής Διαχείρισης
ΤΠΕ: Τεχνολογία Πληροφοριών και Επικοινωνίας
ΥΠΕΝ: Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας
ΥΠΕΣ: Υπουργείο Εσωτερικών
ΦοΔΣΑ: Φορείς Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων
ΧΥΤΑ: Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων
ARCH: Autoregressive Conditionally Heteroscedastic
ARIMA: Autoregressive Integrated Moving Average
ARMA: Autoregressive Moving Average
ASTM: American Society for Testing and Materials
DEFRA: Department for Environment Food and Rural Affairs
EGARCH: Exponential General Autoregressive Conditionally Heteroscedastic
GARCH: Generalized Autoregressive Conditionally Heteroscedastic
GHG: Greenhouse Gas
IID: Independent and Identically Distributed
ISO: International Organization for Standardization
NARMA: Nonlinear Autoregressive Moving Average
NMA: Nonlinear Moving Average
OHSAS: Occupational Health and Safety Assessment Series
PET: Polyethylene Terephthalate
PSW: Personal Support Worker

RDF: Refuse Derived Fuel
SARIMA: Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average
SARFIMA: Seasonal Autoregressive Fractionally Integrated Moving Average
SBR: Sequencing Batch Reactor
SRF: Solid Recovered Fuel
SWM: Solid Waste Management
TAR: Threshold Autoregressive Models
WRAP: Waste and Resources Action Programme

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ

1.1 Γενικά

Είναι γεγονός ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες τις τελευταίες δεκαετίες επέφεραν την αύξηση των αποβλήτων (Brunner and Rechberger, 2014). Η παραγωγή αποβλήτων υπάρχει από την προϊστορική περίοδο. Αρχικά η διαχείρισή τους δεν αποτελούσε μείζον ζήτημα, καθώς ο πληθυσμός ήταν μικρός και επιπλέον τεράστιες εκτάσεις γης ήταν διαθέσιμες. Σημαντική αύξηση στον όγκο παραγωγής απορριμμάτων παρουσιάστηκε κατά τον δέκατο έκτο αιώνα με τη βιομηχανική επανάσταση, όπου μεγάλο ποσοστό του πληθυσμού μετακινήθηκε από τις αγροτικές περιοχές στον αστικό ιστό (Vergara and Tchobanoglous, 2012). Αποτέλεσμα ήταν η αλματώδης αύξηση του πληθυσμού των πόλεων, η οποία οδήγησε σε αύξηση του όγκου και της ποικιλομορφίας της σύνθεσης των παραγόμενων αποβλήτων. Τότε ήταν που υλικά όπως μέταλλα και γυαλί άρχισαν να εμφανίζονται σε μεγάλες ποσότητες στα δημοτικά ρεύματα αποβλήτων. Επιπλέον, η απόρριψη των απορριμμάτων ήταν χωρίς κάποιο διαχωρισμό και σε ανοιχτές χωματερές (Williams, 2005).

Η δημιουργία αυτών των πρόχειρων χωματερών προκάλεσε την εμφάνιση εστιών μόλυνσης και ρύπανσης εγκυμονώντας σημαντικούς κινδύνους για τη δημόσια υγεία. Επιπρόσθετα, οι ανθυγιεινές πρακτικές διαχείρισης είχαν ως αποτέλεσμα πληθώρας κρουσμάτων επιδημιών και υψηλό αριθμό θανάτων. Ο δέκατος ένατος αιώνας αποτέλεσε το ξεκίνημα της απόρριψης των απορριμμάτων με ελεγχόμενο τρόπο για την προστασία της δημόσιας υγείας, αλλά και του περιβάλλοντος (Ebikarade and Baird, 2016). Οι περισσότερες χώρες του δυτικού κόσμου ανέπτυξαν τεχνολογίες και μεθόδους καθώς επίσης θέσπισαν νόμους για την αποτελεσματική αντιμετώπιση των προβλημάτων που παρατηρήθηκαν. Αντίθετα, οι αναπτυσσόμενες χώρες δεν είχαν λάβει κάποιο προληπτικό μέτρο και ως εκ τούτου ο αυξανόμενος ρυθμός αστικοποίησης αυτών προκάλεσε τις ίδιες επιπτώσεις (Wilson, 2007).

Η Σύμβαση της Βασιλείας το 1989 όρισε ως απόβλητο οποιαδήποτε ουσία ή αντικείμενο που διατίθεται ή προορίζεται να διατεθεί από τις διατάξεις του νόμου. Οι White et al, (1995) χαρακτήρισαν ως απόβλητο κάθε άχρηστο προϊόν ανθρώπινων δραστηριοτήτων που περιέχει φυσικά την ίδια ουσία, η οποία είναι διαθέσιμη στο χρήσιμο προϊόν. Ο Basu (2009) όρισε ως απόβλητο κάθε προϊόν ή υλικό που είναι άχρηστο για τον παραγωγό, ενώ οι Dijkema et al, (2000) επεσήμαναν ότι τα απόβλητα είναι υλικά που οι άνθρωποι θα ήθελαν να απορρίψουν ακόμη και όταν απαιτούνται πληρωμές για τη διάθεσή τους. Παρόλο που τα απόβλητα αποτελούν ουσιαστικό προϊόν των ανθρώπινων

δραστηριοτήτων μπορούν να θεωρηθούν ως το αποτέλεσμα των διαδικασιών παραγωγής κατά τις οποίες επέρχεται η απώλεια φυσικών πόρων (Cheremisinoff, 2003).

Υπάρχει η άποψη, ότι μια ουσία που θεωρείται απόβλητο για κάποιον, μπορεί να είναι πόρος για έναν άλλο. Συνεπώς, ένα υλικό μπορεί μόνο να θεωρείται απόβλητο όταν ο ιδιοκτήτης το χαρακτηρίζει ως τέτοιο (Dijkema et al, 2000).

1.2 Ταξινόμηση αποβλήτων

Τα απόβλητα που παράγονται χαρακτηρίζονται από πλήθος διαφορετικών μορφών και δύναται να εκφραστούν με διάφορες μορφές. Για την ταξινόμηση των αποβλήτων χρησιμοποιούνται κάποια κοινά χαρακτηριστικά, τα οποία περιλαμβάνουν τη φυσική κατάσταση, τις ιδιότητες, τη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης, την βιοαποδομήσιμη δυναμικότητα, την πηγή προέλευσης και το βαθμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Demirbas, 2011). Γενικά ταξινομούνται σε τρεις κύριους τύπους ανάλογα με τη φυσική τους κατάσταση σε υγρά, στερεά και αέρια απόβλητα. Οι συχνότερες εφαρμοζόμενες ταξινομήσεις περιγράφονται παρακάτω (Ebikarade and Baird, 2016):

Ανάλογα με τη φυσική τους κατάσταση

- Στερεά απόβλητα
- Υγρά απόβλητα
- Αέρια απόβλητα

Ανάλογα με τη πηγή

- Οικιακά απορρίμματα
- Βιομηχανικά απόβλητα
- Γεωργικά απόβλητα
- Εμπορικά απόβλητα
- Κατεδαφίσεων και οικοδομικά απόβλητα
- Απόβλητα εξόρυξης

Ανάλογα με τη περιβαλλοντική επίπτωση

- Επικίνδυνα απόβλητα
- Μη επικίνδυνα απόβλητα

1.3 Είδη Στερεών Αποβλήτων

Τα στερεά απόβλητα ταξινομούνται στις ομάδες που περιγράφονται παρακάτω.

1.3.1 Αστικά Στερεά Απόβλητα (ΑΣΑ)

Η κατηγορία αυτή θεωρείται μία από τις σημαντικότερες ροές αποβλήτων, η οποία έχει μελετηθεί ενδελεχώς. Τα απόβλητα αυτά προέρχονται από τις αστικές περιοχές και περιλαμβάνουν οικιακά, μη επικίνδυνα στερεά, εμπορικά, και μη παθογόνα νοσοκομειακά απόβλητα (Buah et al., 2007). Επιπλέον, οι Vergara & Tchobanoglous (2012) παρατήρησαν ότι τα αστικά στερεά απόβλητα σχετίζονται με τον τρόπο ζωής και τα έθιμα των ανθρώπων που τα παράγουν. Έχουν την άποψη ότι δύναται να έχουν αρνητικές συνέπειες στην κοινωνία και στο περιβάλλον, εάν δεν γίνει σωστή διαχείριση. Η ΕΕ, αποτύπωσε τον ορισμό των αστικών απορριμμάτων στην Οδηγία σχετικά με την υγειονομική ταφή των απορριμμάτων 1999/31/ΕΚ. Θεωρεί τα αστικά απόβλητα ως απόβλητα από νοικοκυριά, καθώς και όποιο άλλο απόβλητο όπου εξαιτίας της φύσης ή της σύνθεσής του έχει παρόμοια συστατικά με τα οικιακά απόβλητα. Συνεπώς θεωρεί ότι στα αστικά απόβλητα ανήκουν και τα εμπορικά, διότι έχουν παρόμοια σύσταση με τα οικιακά. Επιπρόσθετα παρουσιάζουν δυσκολία στη διαχείριση, διότι τα υλικά παρουσιάζουν ανομοιομορφία, δηλαδή μέταλλο, χαρτί, γυαλί και άλλα οργανικά αναμειγμένα μαζί. (Μελέτη Berkun et al., 2011) παρατήρησε ότι τα χαρακτηριστικά των ΑΣΑ εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τη πηγή, ωστόσο, σε ορισμένες χώρες τα ανακυκλώσιμα συστατικά όπως χαρτόνι, χαρτί, γυαλί και τα πλαστικά αποτελούν σημαντικό ποσοστό των συνολικών αστικών στερεών αποβλήτων.

Οι Dixon & Jones (2005) ανέφεραν ότι η σύνθεση των ΑΣΑ περιλαμβάνουν υλικά όπως χώμα, υπολείμματα κήπων και τροφίμων, ξύλο, χαρτί, στάχτη, πλαστικά, υφάσματα και καουτσούκ. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι, τα αστικά στερεά απόβλητα είναι μια συλλογή απορριμμάτων που προέρχονται κυρίως από οικιακές και εμπορικές πηγές. Τέλος η σύνθεση των αστικών στερεών αποβλήτων είναι ποικίλη και διαφοροποιείται από περιοχή σε περιοχή.

1.3.2 Απόβλητα Κατασκευών

Ο κατασκευαστικός κλάδος είναι μία από τις κύριες πηγές στερεών αποβλήτων σε πολλές χώρες. Οι Jaillon et al. (2009) επεσήμαναν ότι ο τεράστιος όγκος στερεών αποβλήτων που παράγονται από τον κατασκευαστικό κλάδο είναι κυρίως αποτέλεσμα της περιορισμένης διαθεσιμότητας εδάφους. Ο ΕΧΠΕ (2011) επεσήμανε ότι ο κατασκευαστικός κλάδος συνεισφέρει στη παραγωγή στερεών αποβλήτων όπου

εμπεριέχουν σκυρόδεμα, ξύλο, μέταλλα, πλαστικά, χώματα, γυαλί κ.ά. Ο ΕΧΠΕ εκτίμησε ότι ο κλάδος παράγει περίπου εννέα εκατομμύρια τόνους απορριμμάτων ετησίως. Παρόμοια τάση παρατηρείται σε όλη την ΕΕ, ο όγκος των οικοδομικών απορριμμάτων είναι σχετικός με την αύξηση, ενώ τα παραγόμενα απόβλητα είναι σημαντικά υψηλά σε σύγκριση με το σύνολο των παραγόμενων αποβλήτων. Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος το 2009 ανέφερε ότι το 31% του συνόλου των απορριμμάτων που παράγονται στην ΕΕ ετησίως είναι απόβλητα κατασκευών. Σε έκθεση του 2009 προέκυψε ότι τα κατασκευαστικά και βιομηχανικά απόβλητα αντιστοιχούσαν στο 50% περίπου όλων των απορριμμάτων που παρήχθησαν στην ΕΕ το 2006. Τέλος διαπιστώθηκε ότι το 15% των στερεών αποβλήτων καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής και παράγονται από κατασκευαστικές δραστηριότητες. Επιπλέον, αναφέρθηκε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό από κατασκευαστικά απόβλητα προέρχονται από λάθη σχεδιασμού, απορρίμματα συσκευασίας, αχρησιμοποίητα σίδερα κ.λ.π. (Ebikarade. and Baird, 2016)

1.3.3 Βιομηχανικά απόβλητα

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα απόβλητα που παράγονται κατά την επεξεργασία ακατέργαστων υλικών με στόχο τη παραγωγή νέων προϊόντων. Οι πηγές προέλευσης είναι τα εργοστάσια, ορυχεία κ.λ.π., ενώ έχει αναφερθεί από τους Ngoc & Schnitzer (2009) ότι διαφορετικοί τύποι αποβλήτων που παράγονται από τις βιομηχανίες μπορεί να είναι τοξικοί.

1.3.4 Αγροτικά Στερεά Απόβλητα

Έχει διαπιστωθεί ότι τα γεωργικά απόβλητα προκύπτουν από δραστηριότητες όπως η εκτροφή ζώων, η καλλιέργεια φυτών και από την παραγωγή γάλακτος. Επιπλέον, τα γεωργικά απόβλητα περιλαμβάνουν ζωική κοπριά, διάφορα υπολείμματα καλλιεργειών και λύματα ενσίρωσης. Χαρακτηρίζονται ως επαναχρησιμοποιήσιμα για την παραγωγή ενέργειας και στο βιομηχανικό κλάδο. Η μη σωστή διαχείριση των γεωργικών αποβλήτων δύναται να δημιουργήσει σημαντικό περιβαλλοντικό κίνδυνο, όπως π.χ. η εφαρμογή μη χωνεμένης κοπριάς στο έδαφος μπορεί να μολύνει τα επιφανειακά και τα υπόγεια ύδατα (Williams, 2005).

1.3.5 Εμπορικά απόβλητα

Τα εμπορικά απόβλητα θεωρούνται μία σημαντική ροή αποβλήτων, ειδικά αν ληφθεί υπόψη η τεράστια ποσότητα στερεών αποβλήτων που παράγονται από αυτόν τον τομέα. (Environment & Heritage Service, 2005). Γενικά, οι εμπορικές δραστηριότητες παρήγαγαν περισσότερο από το ήμισυ των συνολικών στερεών αποβλήτων που παρήχθησαν για εκείνο το έτος. Έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε βιομηχανικές και εμπορικές επιχειρήσεις στην Αγγλία (DEFRA, 2009) παρουσιάζει ότι τα εμπορικά απόβλητα αντιπροσώπευαν περίπου το 11% των συνολικών απορριμμάτων που παράγονται. Επιπρόσθετα έχει παρατηρηθεί ότι σε ορισμένες περιοχές με μεγάλη συγκέντρωση επιχειρήσεων παράγονται περισσότερα επιχειρηματικά απόβλητα από άλλες περιοχές με λιγότερες επιχειρήσεις (ΕΧΠΕ, 2011).

Τα απόβλητα που παράγονται από τον εμπορικό κλάδο περιλαμβάνουν συνήθως ηλεκτρονικά είδη ευρείας κατανάλωσης, μπαταρίες, ελαστικά, λευκά είδη, χαρτί, χαρτόνι, μέταλλο, πλαστικά, υπολείμματα τροφίμων, ξύλο, γυαλί. Η αειφόρος διαχείριση στερεών αποβλήτων απαιτεί επαρκή κατανόηση των χαρακτηριστικών των πηγών και του ρυθμού παραγωγής στερεών αποβλήτων σε μια περιοχή. Είναι επομένως σημαντικό να αντιμετωπιστούν τα απόβλητα από εμπορικές δραστηριότητες χωριστά ως άλλη κατηγορία για να κατανοηθεί η σύνθεση, ο όγκος και ο ρυθμός παραγωγής από διάφορα τμήματα του εμπορίου. Μέσω μιας ανάλυσης που πραγματοποιήθηκε σχετικά με τις διαφορετικές πηγές εμπορικών αποβλήτων διαπιστώθηκε ότι αρκετές χιλιάδες τόνοι απορριμμάτων παράγονται από διάφορες εμπορικές δραστηριότητες ετησίως σε όλο τον κόσμο, όπως από παραδοσιακές/ανοιχτές αγορές, όπου τα είδη πώλησης αποτελούνται από κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα, είδη οικιακής χρήσης, τρόφιμα, φυτικά φάρμακα, φαρμακευτικά προϊόντα, ηλεκτρικά είδη, υλικά κτιρίων κ.λ.π., από ξενοδοχεία και εστιατόρια (Radwan et al., 2010), όπου το μεγαλύτερο ποσοστό των ξενοδοχείων δεν επαναχρησιμοποιούν τα απόβλητά τους και τέλος τα απορρίμματα λιανικού εμπορίου (DEFRA, 2011) όπου εμπεριέχονται δραστηριότητες από τις πωλήσεις. Γενικά, ο τύπος των υλικών που πωλούνται επηρεάζει τον τύπο των παραγόμενων αποβλήτων. Έκθεση από τη WRAP (2011) επεσήμανε ότι μόνο το 2008, ο τομέας του λιανικού εμπορίου παρήγαγε περίπου 1,4 εκατομμύρια τόνους συσκευασίες και απορρίμματα τροφίμων στο Ηνωμένο Βασίλειο. Η Environment & Heritage Service (2005) ανέφερε ότι το 2005 εμπορικές δραστηριότητες όπως λιανική, χονδρική, δημόσια διοίκηση, ακίνητα και άλλες επιχειρηματικές δραστηριότητες παρήγαγαν 459,285 τόνους αποβλήτων στη Βόρεια Ιρλανδία.

1.4 Η στρατηγική 3R (Μείωση, Επαναχρησιμοποίηση και Ανακύκλωση)

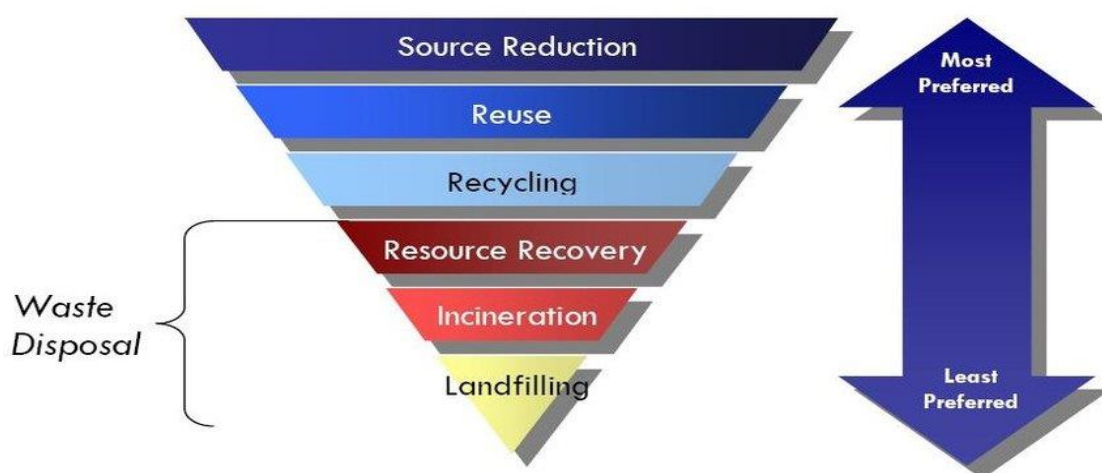
Η στρατηγική 3R προέρχεται από την αγγλική ορολογία της ελαχιστοποίησης των αποβλήτων και αναλογεί στις 3 διαδικασίες που επιτυγχάνουν αυτή.

1. Reduce (μείωση)
2. Reuse (επαναχρησιμοποίηση)
3. Recycle (ανακύκλωση)

Η διαχείριση στερεών αποβλήτων (SWM) περιλαμβάνει μεθόδους που μπορούν να χρησιμοποιηθούν με στόχο τη μείωση του όγκου των αποβλήτων, όπως η επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση υλικών, η κομποστοποίηση και η πηγή στη μείωση. Τα αστικά στερεά απόβλητα περιλαμβάνουν χρησιμοποιημένο χαρτί, πεταμένα δοχεία και μπουκάλια, υπολείμματα τροφίμων, υπολείμματα κήπων και άλλα αντικείμενα (Haghi, 2010).

Ο διαχωρισμός των πιθανών ανακυκλώσιμων στη πηγή συντελεί στη βελτίωση της ποιότητας των υλικών για επαναχρησιμοποίηση, συμπεριλαμβανομένων των οργανικών για κομποστοποίηση ή αναερόβια χώνευση. Στη περίπτωση που δεν μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν ή να μειωθούν τότε ανακυκλώνονται, κυρίως τα δευτερεύοντα υλικά όπως το μέταλλο, το χαρτί κ.λ.π.. Τα απόβλητα που δεν μπορούν να ανακυκλωθούν θα πρέπει να ανακτώνται μέσω της βακτηριακής αποσύνθεσης ή να αποτεφρώνονται ή να οδηγούνται σε χώρους υγειονομικής ταφής (World Bank, 2005). Και οι στόχοι μείωσης, επαναχρησιμοποίησης και κυρίως ανακύκλωσης έχουν γίνει οι μόνοι αποδεκτοί τρόποι διάθεσης των απορριμμάτων (Daniel, 2003).

Η μείωση, η επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωση βοηθούν στην εξοικονόμηση φυσικών πόρων για το μέλλον. Επιπλέον, επιφέρουν μείωση της παραγόμενης ποσότητας των απορριμμάτων που θα οδηγηθούν στο χώρο υγειονομικής ταφής ή στον αποτεφρωτήρα και ως εκ τούτου στη μείωση του κόστους (Lino and Ismail, 2012).



Εικόνα 1.1 Η ιεράρχηση της διαχείρισης αποβλήτων (Samiha, 2013)

1.4.1 Μείωση (Reduce)

Αρχικά στη διαχείριση των αποβλήτων πραγματοποιείται η προσπάθεια για την αποτροπή της παραγωγής αποβλήτων μέσω της μείωσης αυτών στη πηγή. Ένας από τους καλύτερους τρόπους για τη μείωση της ποσότητας των αποβλήτων θεωρείται ο περιορισμός της κατανάλωσης ακατέργαστων υλικών. Για παράδειγμα η μείωση της χρησιμοποίησης συσκευασιών δύναται να ελαττώσει το σύνολο των παραγόμενων αποβλήτων καθώς και το σύνολο των πόρων που χρησιμοποιούνται (Samiha, 2013).

1.4.2 Επαναχρησιμοποίηση (Reuse)

Στην περίπτωση όπου η μείωση δεν είναι εφικτή τότε τα παραγόμενα απόβλητα θα οδηγηθούν για επαναχρησιμοποίηση. Η επαναχρησιμοποίηση δύναται να πραγματοποιηθεί με επισκευή, πώληση ή δωρίζοντας αυτά τα είδη σε φιλανθρωπικές οργανώσεις και ομάδες της κοινότητας με αποτέλεσμα την ελάττωση της σπατάλης. Η επαναχρησιμοποίηση θεωρείται προτιμότερη της ανακύκλωσης, διότι το αντικείμενο δεν χρειάζεται να επεξεργαστεί (Samiha, 2013).

Σε ορισμένες ανεπτυγμένες χώρες όπως η Ιαπωνία, η Σουηδία, το Βέλγιο και η Δανία, ο δείκτης επαναχρησιμοποίησης στερεών αποβλήτων προσδιορίζεται άνω του 90% (Lino and Ismail, 2012). Επιπλέον, η επαναχρησιμοποίηση παίζει αποδεκτό ρόλο στις αναπτυσσόμενες χώρες. Παράδειγμα αποτελούν τα γυάλινα μπουκάλια που επαναγεμίζονται όπου οι καταναλωτές επιστρέφουν άδεια μπουκάλια όταν αγοράζουν ποτά. Εάν κάποιος δεν φέρει άδειο μπουκάλι όταν αγοράζει το αντίστοιχο προϊόν τότε θα πρέπει να καταβάλλει προκαταβολή, η οποία αντιστοιχεί με το κόστος της φιάλης. Συνεπώς με αυτόν τον τρόπο προτρέπει η επιστροφή των επαναχρησιμοποιήσιμων φιαλών και κατά συνέπεια η αρχή της επαναχρησιμοποίησης. Σε πολλές χώρες παγκοσμίως έχουν ιδρυθεί κέντρα επαναχρησιμοποίησης. Αυτά τα κέντρα στοχεύουν να παρατείνουν το σύντομο κύκλο ζωής του προϊόντος μέσω της επισκευής και της πώλησής τους σε χαμηλή τιμή. Επιπρόσθετα δύναται να χρησιμοποιηθούν ως μέσα δημιουργίας θέσεων απασχόλησης για άτομα με προβλήματα ένταξης στην αγορά εργασίας ή στους μακροχρόνια άνεργους. Στην Ιαπωνία καθώς και σε άλλες βιομηχανικές χώρες έχουν σχηματιστεί "βιομηχανικές ομάδες", όπου τα απόβλητα μιας βιομηχανίας είναι η πηγή ενός άλλου (Samiha, 2013).

1.4.3 Ανακύκλωση (Recycle)

Η ανακύκλωση θεωρείται πρωτεύον στοιχείο στην ιεραρχία της διαχείρισης στερεών αποβλήτων, όπου βρίσκεται ως η τρίτη στρατηγική στα 3R. Ως ανακύκλωση ορίζεται η

λήψη ενός προϊόντος ή υλικού στο τέλος της ωφέλιμης ζωής του και η μετατροπή του σε χρησιμοποιήσιμη πρώτη ύλη για τη παραγωγή άλλου προϊόντος. Μπορεί να προωθηθεί με την ενθάρρυνση του διαχωρισμού στη πηγή που μπορεί να επιτευχθεί μέσω οικονομικών κινήτρων, τόνωση, νομοθεσία και αύξηση της περιβαλλοντικής συνείδησης (Samiha, 2013).

Τα ανακυκλώσιμα συλλέγονται από πολλές πηγές, όπως τα νοικοκυριά, οι επιχειρήσεις κ.λ.π. Στη συνέχεια μεταφέρονται σε εγκατάσταση ανάκτησης υλικών, όπου διαλέγονται και υποβάλλονται σε επεξεργασία πριν σταλούν στους ενδιαφερόμενους.

Για την επιτυχία της ανακύκλωσης των απορριμμάτων, η Κίνα έχει δημιουργήσει συνεταιρισμούς ανακύκλωσης και διάθεσης απορριμμάτων (Miao et al, 2012). Επιπλέον, η ανακύκλωση πόρων των οικιακών απορριμμάτων είναι μια σημαντική στρατηγική που αναδύεται στην Κίνα, και είναι ένας ακόμη πιο κρίσιμος στρατηγικός αναδυόμενος κλάδος εξοικονόμησης ενέργειας και φιλικός προς το περιβάλλον που θα αναπτυχθεί περαιτέρω στο μέλλον (Chang Jiang et al, 2012).

Από την άλλη, η ανακύκλωση είναι μία διαδικασία παραγωγής, με αποτέλεσμα την εμφάνιση περιβαλλοντικών επιπτώσεων, όμως μικρότερες σε σημαντικότητα από την υγειονομική ταφή ή την αποτέφρωση, καθώς και λιγότερο επιβλαβής από την παραγωγή νέων προϊόντων, με υλικά να προέρχονται από φυσικούς πόρους (Lino and Ismail, 2012).

1.5 Η έννοια της Ανακύκλωσης

Είναι γεγονός ότι ο στόχος της επιβίωσης και της ευημερίας της ανθρωπότητας, επέφερε την ανάπτυξη διαφόρων τεχνολογιών και συστημάτων συμβάλλοντας στην επίτευξη της βιωσιμότητας και στην κυκλική οικονομία. Η ανακύκλωση περιλαμβάνει δραστηριότητες για τις οποίες επαναχρησιμοποιούνται ανεπιθύμητα υλικά ή απόβλητα για την αναπαραγωγή νέων προϊόντων. Ο Coelho (2011) επισημαίνει ότι η ανακύκλωση επαναφέρει ανεπιθύμητα υλικά ή/και ενέργεια ξανά στο σύστημα παραγωγής. Τα υλικά αυτά που εισέρχονται στο σύστημα παραγωγής δύναται να είναι πλαστικά, μέταλλα, χαρτιά κ.λ.π.

Επιπλέον, οι Al-Salem et al. (2009) θεωρούν ότι η ανακύκλωση είναι σημαντική για πολλούς λόγους, όπως η ελαχιστοποίηση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου (GHG), η διατήρηση της ενέργειας κ.ά.

1.6 Στρατηγικές Ανακύκλωσης

Τα τελευταία χρόνια έχουν πραγματοποιηθεί πλήθος μελετών που αφορούν τις διαδικασίες ανακύκλωσης. Οι Ragaert et al. (2017) πραγματοποίησαν ανασκόπηση σε σχέση με τις πρόσφατες στρατηγικές για την ανακύκλωση πολυμερών χημικών και μηχανικών διεργασιών. Η μελέτη καθόρισε επίσης τη σχέση της ανακύκλωσης και του σχεδιασμού, δίνοντας έμφαση στη λειτουργία του σχεδιασμού από την προοπτική της ανακύκλωσης. Οι Maris et al. (2018) μελετώντας τις στρατηγικές που αφορούν μεικτά μίγματα θερμοπλαστικών αποβλήτων συμπέραναν ότι η μηχανική ανακύκλωση είναι η περισσότερο οικονομική, οικολογική και ενεργειακή επιλογή για τη διαχείριση πλαστικών απορριμμάτων. Οι Al-Salem et al. (2009) επιβεβαιώνουν τη μηχανική ανακύκλωση ως τη πιο κοινή διαδικασία για την ανακύκλωση πλαστικών απορριμμάτων και περιλαμβάνει συλλογή, διαλογή, πλύσιμο και άλεση (Kumar et al. 2011). Από την άποψη της κυκλικής οικονομίας, η κατηγοριοποίηση των ανακυκλωμένων υλικών είναι με βάση το προϊόν που παράγεται από δευτερογενείς πρώτες ύλες (Ragaert et al, 2017).

Οι δύο όροι που εστιάζουν στις διαδικασίες υλικού προς προϊόν είναι "κλειστός βρόχος" και την ανακύκλωση "ανοικτού βρόχου". Αυτοί οι δύο όροι είναι πιο σημαντικοί για να γίνει μια αντικειμενική διαίρεση σχετικά με το νέο προϊόν που παράγεται. Συνεπώς, οι όροι υποβάλλονται σε ετικέτες όπως το "up-cycling" και το "down-cycling", υποδεικνύοντας μια προστιθέμενη αξία στη διαδικασία της ανακύκλωσης (Ragaert et al. 2017).

1.6.1 Ανακύκλωση κλειστού βρόχου

Αυτός ο όρος εφαρμόζεται περισσότερο σε προϊόντα συσκευασίας PET, όπως για παράδειγμα τα μπουκάλια νερού. Σύμφωνα με αυτή τη διαδικασία, τα ανακυκλωμένα πλαστικά χρησιμοποιούνται για την κατασκευή παρόμοιων προϊόντων που αρχικά ανακτήθηκαν. Το νέο προϊόν σχηματίζεται μόνο από ανακυκλωμένα πλαστικά ή σε ορισμένες περιπτώσεις παράγεται μείγμα ανακυκλωμένου πλαστικού με το παρθένο αντίστοιχό του. Ο τύπος αυτός επιτρέπει τη συνέχιση της ανακύκλωσης και του κύκλου της αποκατάστασης.

1.6.2 Ανακύκλωση ανοικτού βρόχου

Παραδείγματα προϊόντων που ανακυκλώνονται χρησιμοποιώντας αυτή τη διαδικασία περιλαμβάνουν υφαντικές ίνες από βιομηχανοποιημένα μπουκάλια-PET. Τα ανακυκλωμένα πλαστικά χρησιμοποιούνται για την κατασκευή διαφορετικών προϊόντων από τα αρχικά ανακτηθέντα. Η εφαρμογή δεν σημαίνει ότι το παραγόμενο νέο προϊόν έχει μικρότερη αξία από την αρχική.

1.7 Είδη Διαδικασιών Ανακύκλωσης

Η διάθεση αποβλήτων θεωρείται ένα κρίσιμο παγκόσμιο περιβαλλοντικό πρόβλημα (Environmental Impact of Polymers 2014). Παρ'όλα αυτά, μεγάλες ποσότητες συνεχίζουν να παράγονται και να εισέρχονται στο περιβάλλον μέσω διαδικασιών, όπως διάθεσης και παραγωγής με αποτέλεσμα τη συσσώρευσή τους στα οικοσυστήματα, στους ωκεανούς και γενικότερα στο πλανήτη (Ivleva et al. 2017). Εξαιτίας των σοβαρών περιβαλλοντικών, οικονομικών και κοινωνικών προκλήσεων που παρατηρούνται, επέφεραν την εκπόνηση διαταγμάτων και ρυθμιστικών κατευθυντήριων γραμμών, οι οποίες επικεντρώνονται στην ανάκτηση (Hopewell et al. 2009). Η ταξινόμηση των τεχνικών ανακύκλωσης έγινε από τον Clift (1997). Έχουν διαπιστωθεί τέσσερις κατηγορίες από τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης (ISO) και την Αμερικανική Εταιρεία Δοκιμών και Υλικών (ASTM) (Ignatyey et al. 2014).

1.7.1 Πρωτογενής Ανακύκλωση

Μέσω αυτής της διαδικασίας ανακύκλωσης επαναφέρονται υπολείμματα πριν από την κατανάλωση, στον κύκλο εξώθησης με στόχο την κατασκευή προϊόντων του ίδιου υλικού (Maris et al. 2018). Αυτή θεωρείται η καλύτερη μέθοδος ανακύκλωσης, διότι απαιτείται μικρότερη κατανάλωση ενέργειας και λιγότεροι πόροι, με αποτέλεσμα τη μη κατανάλωση ορυκτών καυσίμων. Αυτή η μέθοδος ανακύκλωσης αναφέρεται ως στρατηγική ανακύκλωσης κλειστού βρόχου λόγω της ικανότητάς του να επαναχρησιμοποιεί προϊόντα στην αρχική τους δομή (Grigore 2017). Ως πλεονεκτήματα αυτής της κατηγορίας αναφέρονται η ευκολία εφαρμογής και το χαμηλό κόστος. Μειονέκτημα αποτελεί το γεγονός ότι τα υπολείμματα θα πρέπει να προέρχονται μόνο από μία πηγή αποβλήτων και να είναι υψηλής καθαρότητας. Άλλο σημαντικό μειονέκτημα θεωρείται η ύπαρξη μικρού αριθμού κύκλων για κάθε υλικό (Singh et al. 2017) καθώς και ότι διαφορετικά υλικά και τα πολυμερή δεν μπορούν να ανακυκλωθούν (Singh et al. 2017).

1.7.2 Δευτερεύουσα Ανακύκλωση

Αυτή η κατηγορία ανακύκλωσης που είναι γνωστή και ως μηχανική ανακύκλωση εμπεριέχει λειτουργίες ανάκτησης μέσω μηχανικών διεργασιών. Αυτή η διαδικασία υποκαθιστά την ανακύκλωση. Μειονέκτημα αποτελεί το γεγονός της αρνητικής επίδρασης στις ιδιότητες των ανακυκλώσιμων υλικών.

Ο Grigore (2017) έχει την άποψη ότι η δευτερογενής ανακύκλωση αντιπροσωπεύει μια φυσική μέθοδο όπου τα ανακτημένα μετασχηματίζονται μέσω καθαρισμού και ξήρανσης, ταξινόμησης μεγέθους, συσσωμάτωσης, εξώθησης και κατασκευής. Η δυνατότητα

συνδυασμού μετασχηματισμένων υλικών με τα αρχικά υλικά επιφέρει εξαιρετικά αποτελέσματα. Ωστόσο, παρατηρείται δυσκολία στην ανακύκλωση πολυμερών καθώς και αποβλήτων που είναι πολύπλοκα και μολυσμένα. Άρα προηγείται ο καθαρισμός των αποβλήτων για την απομάκρυνση των ρύπων.

Η μηχανική ανακύκλωση χρησιμοποιείται ως διαδικασία η οποία επικεντρώνεται στο κέρδος (Al-Salem et al. 2009) με προϊόντα διαφορετικών σχημάτων που κατασκευάζονται. Παραδείγματα τέτοιων προϊόντων που κατασκευάζονται μέσω μηχανικής ανακύκλωσης εμπεριέχουν τσάντες παντοπωλείου, παράθυρα, σωλήνες κ.λ.π. (Al-Salem et al. 2009). Οι αναπτυσσόμενες εταιρείες συνεχίζουν να χρησιμοποιούν αυτή τη διαδικασία για τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει (Mwanza 2018). Τα μειονεκτήματα που παρατηρούνται στη μηχανική ανακύκλωση είναι η παρουσία ακαθαρσιών, η πολυπλοκότητα κάποιων υλικών, η μηχανική καταπόνηση και η κακή ποιότητα ανακυκλωμένων απορριμμάτων (Tshifularo and Patnaik 2020). Η ποιότητα του σχηματιζόμενου προϊόντος εξαρτάται από τις διαδικασίες προετοιμασίας, καθαρισμού και διαχωρισμού απορριμμάτων (Park and Kim 2014). Η υποβάθμιση των απορριμμάτων, τα μη ισορροπημένα σχήματα και μεγέθη καθώς και τα ανόμοια χρώματα επιδρούν σημαντικά στη πολυπλοκότητα της μηχανικής ανακύκλωσης. Οι Urasani et al. (2012) επεσήμαναν ότι, προϊόντα αποθηκευμένα σε φιάλες PET επιφέρουν στην επιτάχυνση της μόλυνσης και της φθοράς καθώς και της ποιότητας.

1.7.3 Τριτογενής Ανακύκλωση

Αυτή η διαδικασία αναφέρεται επίσης ως χημική ανακύκλωση και περιλαμβάνει διαδικασίες που παράγουν χημικά μόρια από αλυσίδες πολυμερών που αργότερα χρησιμοποιούνται ως πρώτη ύλη για την κατασκευή καυσίμων, άλλων χημικών και νέων πολυμερών (Kwan and Takada 2017). Σε παγκόσμιο επίπεδο, υπάρχουν πολλές χημικές διεργασίες, όπως η αεριοποίηση, υδροπυρόλυση, πυρόλυση, αποπολυμερισμός, μεθανόλυση και αμινόλυση. Είναι μια πρωταρχική διαδικασία για την κατασκευή συσκευασιών τροφίμων προϊόντων (Fukushima et al. 2013).

Η χημική ανακύκλωση θεωρείται μια βιώσιμη μέθοδος ανακύκλωσης, ενώ χρησιμοποιείται χωρίς δυσκολίες στο μέλλον. Ως απώτερο σκοπό έχει να επιτύχει υψηλότερους ρυθμούς ανακύκλωσης και μειωμένη αντίδραση στο χρόνο (Al-Sabagh et al. 2016).

Η διαδικασία ανακύκλωσης ομαδοποιείται γενικά σε μεθανόλυση, γλυκόλυση και υδρόλυση. Για παράδειγμα οι παραγωγοί PET ανακυκλώνουν χρησιμοποιώντας μεθανόλυση με το PET να μειώνεται κατά τη χρήση της μεθανόλης στην υψηλότερη πίεση και θερμοκρασία. Η πίεση κυμαίνεται στα 2 και 4 MPa , ενώ η θερμοκρασία μεταξύ 180°

και 280°C. Τα μειονεκτήματα που παρατηρούνται είναι το υψηλό κόστος και η υψηλή θερμοκρασία και πίεση (Shukla et al. 2009). Η γλυκόλυση ξεκινά με τη σύνθλιψη του υλικού σε νιφάδες και ακολουθεί ο καθαρισμός με την απομάκρυνση των ρύπων. Ακολουθεί η εξώθηση του υλικού στα επιθυμητά προϊόντα.. Η γλυκόλυση χρησιμοποιείται επίσης για την ανακύκλωση απορριμμάτων φιαλών σε αντιδραστήρα υπό πίεση και η θερμοκρασία κυμαίνεται από 238° έως 242° C (Tshifu Iaro και Patnaik 2020).

Η διαδικασία της υδρόλυσης εμπεριέχει την αντίδραση του υλικού με νερό σε αλκαλικό, όξινο ή ουδέτερο περιβάλλον που οδηγεί σε ολικό αποπολυμερισμό στα μονομερή του. Δεν είναι μια προτιμώμενη μέθοδος για τη παραγωγή PET για τη συσκευασία τροφίμων λόγω υψηλού κόστους. Οι υψηλές θερμοκρασίες που αναπτύσσονται είναι από 200° έως και 250° C, καθώς και πιέσεις μεταξύ 1,4 και 2 MPa είναι το κύριο μειονέκτημα της υδρόλυσης. Επιπλέον, προβλήματα που σχετίζονται με τη ρύπανση και τη διάβρωση είναι ένα άλλο σύνολο μειονεκτημάτων. Συγκρινόμενη με τη γλυκόλυση και τη μεθανόλυση, χαρακτηρίζεται ως αργή (Grigore 2017).

1.7.4 Τεταρτογενής Ανακύκλωση

Αυτός ο όρος είναι γνωστός ως ανάκτηση ενέργειας. Περιλαμβάνει την αποτέφρωση και την ανάκτηση ενέργειας μέσω της παραγωγής θερμότητας ή/και ηλεκτρικής ενέργειας. Σε ανεπτυγμένες οικονομίες όπως η ΕΕ, η ανάκτηση ενέργειας είναι η πιο χρησιμοποιούμενη μέθοδος ανάκτησης για PSW μετά τη χρήση (Plastics Europe 2016). Είναι μία κατάλληλη διαδικασία για εφαρμογή σε περιπτώσεις όπου η μηχανική ανακύκλωση δεν μπορεί να εφαρμοστεί ως αποτέλεσμα δυσκολιών διαχωρισμού, υπερβολικής μόλυνσης ή φθοράς του πολυμερούς. Η υψηλή θερμιδική αξία των υλικών τα καθιστά κατάλληλη πηγή ενέργειας παραγωγής.

Σε μελέτη οι Bartolome et al. (2012), παρατήρησαν ότι η ποσότητα της παρούσας χημικής ενέργειας ανακτάται μέσω της διαδικασίας της αποτέφρωσης. Οπότε οποιαδήποτε διαδικασία καύσης εμπεριέχει ενέργεια και μπορεί να ανακτηθεί. Ωστόσο, η ποσότητα που υπάρχει σε καύση είναι πολύ μικρότερη σε σύγκριση με μία διαδικασία αποτέφρωσης. Επιπρόσθετα θεωρείται η καταλληλότερη διαδικασία για συλλογή και διαχωρισμό απορριμμάτων καθώς και προσδιορισμού τοξικών αποβλήτων. Τα μειονεκτήματα της τεταρτογενούς διαδικασίας είναι η παραγωγή δηλητηριώδη αέρα που παράγεται και είναι επιβλαβής στην ανθρώπινη υγεία (Park and Kim 2014).

1.7.5 Πλεονεκτήματα της Ανακύκλωσης

Η ανακύκλωση επέφερε τη δυνατότητα στους παραγωγούς να δημιουργήσουν ένα ευρύ φάσμα προϊόντων από ρούχα και έπιπλα έως και μαγειρικά σκεύη. Παρέχει μία πλατφόρμα για να δώσει νέα ζωή σε πολύτιμα υλικά με αποτέλεσμα το κλείσιμο του βρόχου. Επιπρόσθετα, επεκτάθηκε γρήγορα και παρείχε πολλά οφέλη για τη βιομηχανία ανακύκλωσης και την κοινωνία γενικότερα. Τα οφέλη της ανακύκλωσης είναι (British Plastics Federation 2008):

- Μείωση της μόλυνσης των ΧΥΤΑ: η πλειονότητα των αποβλήτων είναι υλικά μη βιοαποδομήσιμα και επιφέρουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η ανακύκλωση επιτρέπει τη μείωση της μόλυνσης του περιβάλλοντος. Η μόλυνση διαρκεί αρκετά, αλλά τα αποτελέσματά της έχουν μειωμένες επιπτώσεις στο περιβάλλον και σε όλα τα έμβια όντα.
- Εκτροπή των απορριμμάτων σε άλλα ρεύματα ανάκτησης: δεν είναι βέβαιο ότι η αποδοτικότητα λειτουργίας ενός προγράμματος ανακύκλωσης θα είναι στο 100% προς όφελος του κοινωνικού συνόλου. Οι μεγάλες μητροπολιτικές πόλεις συνεχίζουν να παράγουν τεράστιους τόνους απορριμμάτων ανά έτος και μόνο το 50% οδηγείται σε τεχνολογίες ανακύκλωσης, μία μεγάλη ποσότητα δύναται να επαναχρησιμοποιηθεί και να επιστραφεί στην αγορά.
- Μείωση κατανάλωσης πρώτων υλών: η θέσπιση προγραμμάτων ανακύκλωσης έχει υψηλό κόστος, όμως συμβάλλει σημαντικά στη μικρότερη κατανάλωση πρώτων υλών. Για παράδειγμα, τα πλαστικά κατασκευάζονται από πετροχημικά τα οποία παράγονται από ορυκτό αέριο και πετρέλαιο, ενώ το 4% του ετήσιου πετρελαίου μετατρέπεται στα πλαστικά. Αυτό δεν θεωρείται βιώσιμη κατανάλωση λαμβάνοντας υπόψη ότι, η πλειονότητα των πλαστικών κατασκευάζεται σε προϊόντα μετά την κατανάλωση με σύντομο κύκλο ζωής.
- Δυνατότητα λειτουργίας ως σύστημα ανοιχτού και κλειστού βρόχου: όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η ανακύκλωση μπορεί να εφαρμοστεί ως σύστημα κλειστού και ανοιχτού βρόχου. Τα προϊόντα έχουν την ικανότητα να μετατρέπονται σε διαφορετικά προϊόντα. Για παράδειγμα, η μετατροπή ενός πλαστικού μπουκαλιού σε σακούλα απορριμμάτων αποτελεί ένα σύστημα ανοιχτού βρόχου.
- Μείωση των επιπέδων ρύπανσης: είναι δυνατή η μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης κατά 70% μέσω ενός προγράμματος ανακύκλωσης. Για παράδειγμα, 1,5 τόνοι CO₂-e (CO₂-equivalents) ανά τόνο ανακυκλωμένου PET επιφέρουν τη

μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Αρκετές μελέτες αναφέρουν ότι η ανακύκλωση συμβάλλει στη μείωση των εκπομπών. Το 100% του ανακυκλωμένου PET επιδρά στη μείωση των εκπομπών κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του από 446 έως 327g CO₂ ανά φιάλη σε σύγκριση με 100% παρθένο PET. Συνεπώς, η ανακύκλωση μειώνει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

- Δημιουργία εκπαιδευτικών ευκαιριών: η διάδοση της γνώσης σχετικά με την ανακύκλωση αποτελεί κινητήρια δύναμη για τη συμμετοχή της κοινότητας σε προγράμματα ανακύκλωσης. Ο Mwanza (2018) απέδειξε ότι, η έλλειψη πληροφοριών σχετικά με την ανακύκλωση επιδρά αρνητικά στη συμμετοχή της κοινότητας.
- Ενημέρωση του κοινωνικού συνόλου για τα πλεονεκτήματα των προγραμμάτων ανακύκλωσης: συμβάλλουν θετικά στη βιώσιμη διαχείριση των απορριμμάτων και τα νοικοκυριά μπορούν να ενημερωθούν όσον αφορά τους τρόπους μείωσης της απόρριψης και να επικεντρωθούν στην ανάκτηση υλικών.
- Κερδοφορία προγραμμάτων ανακύκλωσης: ανάλογα με το μέγεθος μιας πόλης, υπάρχει η δυνατότητα απόκτησης σημαντικών κερδών από ένα πρόγραμμα ανακύκλωσης. Π.χ. μπορούν να ανακτηθούν 90€ ανά κάδο σε ετήσια βάση, το οποίο εξαρτάται από την αποτελεσματικότητα του προγράμματος ανακύκλωσης.
- Δημιουργία θέσεων εργασίας: η ανάπτυξη και η εφαρμογή της διαδικασίας ανακύκλωσης επιφέρει την αύξηση των θέσεων εργασίας σε αυτό τον τομέα.
- Ελαχιστοποίηση της υπερθέρμανσης του πλανήτη: όταν τα απόβλητα που διατίθενται στους χώρους υγειονομικής ταφής καίγονται, δημιουργούνται εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου και συμβάλλουν στην κλιματική αλλαγή και στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Συνεπώς η ανακύκλωση ελαχιστοποιεί τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούνται από τα απόβλητα.

1.7.6 Μειονεκτήματα της Ανακύκλωσης

Σύμφωνα με τους Tshifularo και Patnaik (2020), τα μειονεκτήματα που παρουσιάζονται στα νέα προϊόντα που κατασκευάζονται από ανακυκλωμένα πλαστικά παρουσιάζουν κακές θερμικές και μηχανικές ιδιότητες καθώς και χαμηλό ιξώδες. Η παρουσία μολυσματικών ουσιών και το μικρό μοριακό βάρος των ανακυκλωμένων αποβλήτων

προκαλείται από εκφυλισμένες μηχανικές και φυσικές ιδιότητες των ανακυκλωμένων απορριμμάτων όπου αποτελεί ένα πρόσθετο μειονέκτημα της ανακύκλωσης. Πέραν των μειονεκτημάτων που παρατηρούνται στα ανακυκλωμένα υλικά, παρατηρούνται ορισμένα μειονεκτήματα και στη διαδικασία της ανακύκλωσης όπως παρουσιάζονται παρακάτω:

- Η ανακύκλωση είναι δαπανηρή σε σύγκριση με την υγειονομική ταφή: πέραν του υψηλού κόστους κατασκευής των μονάδων ανακύκλωσης, η αγορά του απαιτούμενου εξοπλισμού και μηχανημάτων καθώς και οι δράσεις της ανακύκλωσης αυξάνουν το κόστος της διαδικασίας συγκριτικά με την υγειονομική ταφή. Σύμφωνα με διάφορες μελέτες το κόστος της ανακύκλωσης επιδρά αρνητικά στη συμμετοχή των πολιτών στην ανακύκλωση. Ο Mwanza (2018) παρατήρησε ότι, το κόστος που σχετίζεται με την ανάκτηση απορριμμάτων, τα logistics, τη παραγωγή καθώς και την εργασία αποτελούν εμπόδιο στην ανακύκλωση στις αναπτυσσόμενες οικονομίες. Επιπλέον παρατήρησε ότι, το συγκριτικό κόστος ανακύκλωσης με την υγειονομική ταφή προωθεί σιγά σιγά την ανακύκλωση. Το κόστος υγειονομικής ταφής ενός τόνου είναι περίπου 28€ σε σύγκριση με 147€ ενός τόνου που προορίζεται για ανακύκλωση. Επιπρόσθετα, η διαχείριση των χωματερών είναι λιγότερο δαπανηρή από τη διαχείριση μιας εγκατάστασης ανακύκλωσης.
- Οι κοινότητες δεν συμμορφώνονται με τα προγράμματα ανακύκλωσης: η έλλειψη συμμόρφωσης επιδρά αρνητικά στην ανακύκλωση. Η επιθυμία για ανακύκλωση, εμποδίζεται από την έλλειψη κατανόησης κανόνων σχετικά με τα απόβλητα. Συνεπώς προκύπτουν αρκετά προβλήματα. Ο Mwanza (2018) παρατήρησε ότι η έλλειψη πληροφοριών σχετικά με την ανακύκλωση επιδρά αρνητικά στη συμμετοχή των πολιτών. Παρά το γεγονός ότι τα περισσότερα ανακυκλώσιμα προϊόντα έχουν σύμβολα ανακύκλωσης, η συμμόρφωση από τις κοινότητες εξακολουθεί να είναι πολύ μικρή, διότι πολλοί πολίτες δεν έχουν γνώση περί των συμβόλων με αποτέλεσμα λανθασμένες κινήσεις και επιμόλυνση του υλικού που οδηγείται στην ανακύκλωση.
- Μη υγιεινοί και μη ασφαλείς χώροι ανακύκλωσης: το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών των χώρων χαρακτηρίζεται ως ανθυγιεινό και επικίνδυνο. Τόσο το προσωπικό όσο και οι συλλέκτες απορριμμάτων έρχονται σε επαφή με αρκετές τοξίνες στα σημεία συλλογής και στις χωματερές. Επιπρόσθετα οι εργαζόμενοι εκτίθενται σε χημικές ουσίες, υγρά και μικροβιακούς παράγοντες, όπου κάθε σημείο συλλογής δημιουργεί κάποιο πρόβλημα στη δημόσια υγεία.

- Προβλήματα που δημιουργούνται από ρύπους: η παρουσία οποιουδήποτε μολυσματικού παράγοντα έχει μεγάλες πιθανότητες να καταστρέψει ολόκληρη την παρτίδα που προετοιμάζεται για την ανακύκλωση παρά τη θέσπιση κανόνων για τα απόβλητα.
- Δημιουργία απορριμμάτων από τους συλλέκτες αυτών: στις αναπτυσσόμενες οικονομίες, οι κύριοι συλλέκτες απορριμμάτων βρίσκονται στον άτυπο τομέα, όπου δεν διαθέτει επαρκή δυναμικότητα όσον αφορά τον εξοπλισμό συλλογής. Αυτή η πρόκληση επέφερε σημαντικά προβλήματα ρύπανσης έπειτα από την ανάκτηση των αποβλήτων.
- Μη ανθεκτικότητα των ανακυκλωμένων προϊόντων: η ανθεκτικότητα των ανακτημένων προϊόντων αμφισβητείται σε σύγκριση με αυτά που κατασκευάζονται από τις πρώτες ύλες.
- Κατανάλωση ενέργειας και ρύπανση: σε όλη τη διάρκεια ζωής ενός προϊόντος απαιτείται ενέργεια. Κατά την ανακύκλωση, καταναλώνεται ενέργεια από τη μεταφορά απορριμμάτων στα σημεία συλλογής, κατά τη διαλογή, τον καθαρισμό και την κατασκευή με αποτέλεσμα σε όλα αυτά τα στάδια την κατανάλωση ενέργειας. Επιπλέον η χρήση των οχημάτων επιφέρει ρύπανση που είναι επιβλαβής στο περιβάλλον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΕΤΑΙΡΕΙΕΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ

2.1 Η διαχείριση αποβλήτων στην Ευρώπη και στην Ελλάδα

Η παραγωγή αποβλήτων στην ΕΕ αντιστοιχεί κατά μέσο όρο περίπου σε 500kg ανά κεφαλή και ανά έτος. Η χώρα που παράγει τα περισσότερα απόβλητα είναι η Δανία, με 782kg το 2017 και έπονται η Κύπρος, η Μάλτα και η Γερμανία. Η χώρα που παράγει τα λιγότερα είναι η Ρουμανία, με 272kg το 2017 και ακολουθούν η Πολωνία και η Τσεχία. Η παραγωγή αστικών αποβλήτων σύμφωνα με τη Eurostat, στην Ελλάδα είναι παραπάνω από τον μέσο όρο της ΕΕ και αγγίζει τα 514 kg ανά κάτοικο και ανά έτος (Eurostat, 2017).

Όσον αφορά το ποσοστό ανακύκλωσης στην ΕΕ, κατά μέσο όρο, υπολογίζεται στο 46%. Η Γερμανία παρουσιάζει το μεγαλύτερο ποσοστό ανακύκλωσης, όπου αγγίζει το 67,2% ενώ έπονται η Σλοβενία και η Αυστρία. Το μικρότερο ποσοστό το κατέχει η Μάλτα και υπολογίζεται στο 7,1% και ακολουθούν η Ρουμανία και η Κύπρος. Η Ελλάδα βρίσκεται στην τέταρτη θέση από το τέλος, με το ποσοστό να είναι στο 18,9%. Συνεπώς είναι αδύνατον να επιτευχθεί ο στόχος του 2020 ο οποίος αγγίζει το 35%. Με την ανακύκλωση να αγγίζει το 50% είναι αντιληπτό ότι ο συγκεκριμένος στόχος είναι απίθανο να επιτευχθεί εντός του τρέχοντος έτους, επομένως η Ελλάδα οφείλει να καταβάλλει μεγάλες προσπάθειες για τη βελτίωση το συντομότερο δυνατό. Η ευαισθητοποίηση και η εκπαίδευση των πολιτών αποτελούν κρίσιμη παράμετρο στο πλαίσιο αυτών των προσπαθειών.

Η σύσταση των παραγόμενων αποβλήτων σύμφωνα με τον ΕΣΔΑ, το 44,3% αντιστοιχεί σε βιοαπόβλητα, το 22,2% σε χαρτί και χαρτόνι, το 13,9% σε πλαστικά, το 3,9% σε μέταλλα, το 4,3% σε γυαλί και το 11,4% στα λοιπά υλικά. (NWMP, 2020). Τα στοιχεία που παρουσιάζονται στους Πίνακες 2.1 και 2.2 αντιστοιχούν με τις ποσότητες που ανακυκλώνονται και ανακτώνται στην Ελλάδα (Sympraxis team, 2020).

Πίνακας 2.1 Ποσότητες ανακυκλωμένων και ανακτημένων υλικών (ΥΠΕΝ, 2019)

Υλικό	Ανακύκλωση υλικών (τόνοι)	Άλλες μορφές ανακύκλωσης (τόνοι)	Συνολική ανακύκλωση (τόνοι)	Ανάκτηση ενέργειας (τόνοι)	Συνολική ανάκτηση (τόνοι)
Γυαλί	34.531	0	34.531	0	34.531
Πλαστικά	81.701	0	81.701	12.600	94.301
Χαρτί/χαρτόνι	551.132	0	551.132	8.400	559.532
Μέταλλα	64.628	0	64.628	0	64.628
Ξύλο	3.200	7.600	10.800	2.200	13.000

Οργανικά απόβλητα	224.603	0	224.603	36.000	260.603
Σύνολο	959.795	7.600	967.395	59.200	1.026.595

Πίνακας 2.2 Ποσότητες παραγωγής και ανάκτησης αποβλήτων συσκευασίας (ΥΠΕΝ, 2019)

Υλικό	Παραγωγή αποβλήτων συσκευασίας (τόνοι)	Ανακύ- κλωση υλικών (τόνοι)	Άλλες μορφές ανακύκλωσης (τόνοι)	Συνολική ανακύκλωση (τόνοι)	Ανάκτη-ση ενέργειας (τόνοι)	Συνολική ανάκτηση (τόνοι)
Γυαλί	95.800	34.500	0	34.500	0	34.500
Πλαστικά	188.200	77.860	0	77.860	12.600	90.460
Χαρτί/ χαρτόνι	357.400	355.79 0	0	355.790	8.400	364.190
Μέταλλα Αλουμίνιο	21.700	7.250	0	7.250	0	7.250
Χάλυβας	64.800	53.700	0	53.700	0	53.700
Ξύλο	53.000	3.200	7.600	10.800	2.200	13.000
Σύνολο	780.900	532.300	7.600	539.900	23.200	563.100

Στην Ελλάδα έχουν καταμετρηθεί:

- 84 ΧΥΤΑ σε λειτουργία / 16 που βρίσκονται υπό αδειοδότηση ή κατασκευή / 5 υπό τροποποίηση ΠΕΣΔΑ
- 93 ΣΜΑ σε λειτουργία / 36 υπό καθεστώς αδειοδότησης ή κατασκευής / 86 υπό τροποποίηση ΠΕΣΔΑ
- 10 ΜΕΑ σε λειτουργία / 15 υπό κατασκευή ή αδειοδότηση / 23 που επιφέρουν τροποποίησης ΠΕΣΔΑ
- 1 ΜΕΒΑ σε λειτουργία / 11 υπό κατασκευή ή αδειοδότηση / 57 που επιφέρουν τροποποίησης ΠΕΣΔΑ
- 34 ΚΔΑΥ σε λειτουργία / 12 που επιφέρουν τροποποίησης ΠΕΣΔΑ

Σύμφωνα με (Wasteatlas, 2023)

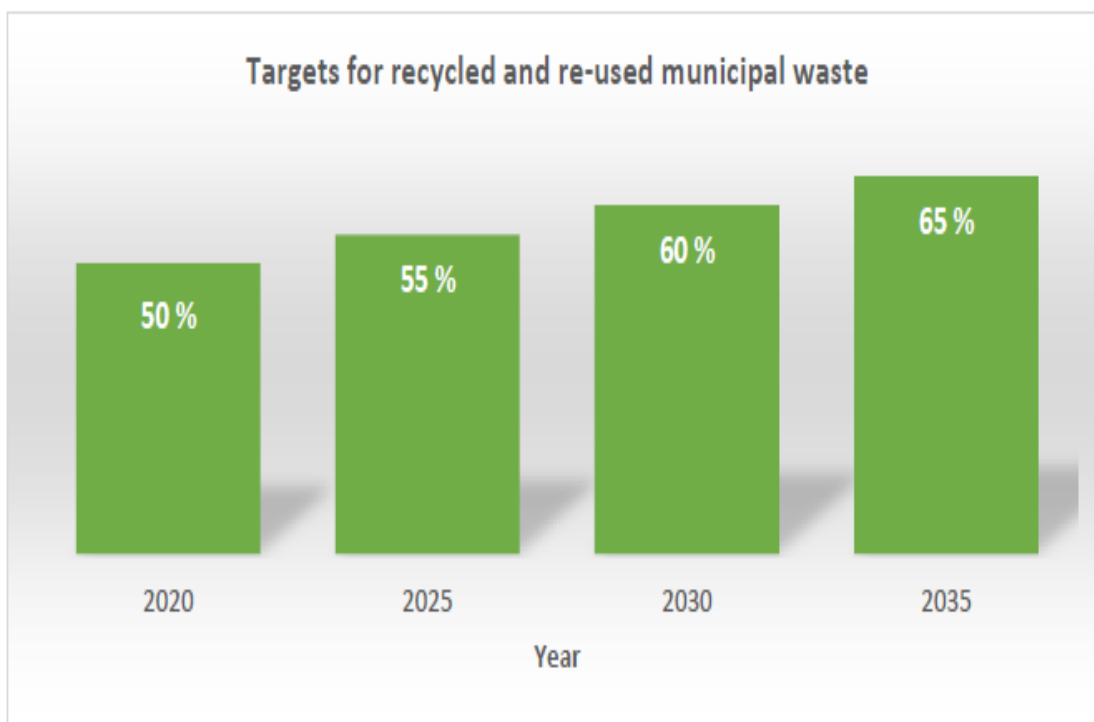
Η διαχείριση αποβλήτων περιορίζεται ως επί το πλείστον στη συλλογή και την υγειονομική ταφή. Η μέθοδος συλλογής ανακυκλώσιμων υλικών σε επίπεδο δήμου βασίζεται σε ένα μεικτό σύστημα συλλογής χαρτιού, πλαστικού και μετάλλων, ενώ ελάχιστοι δήμοι

εφαρμόζουν χωριστή συλλογή. Η χωριστή συλλογή των επιμέρους κλασμάτων αποβλήτων είναι απαραίτητη.

Συνεπώς, η Οδηγία-Πλαίσιο που σχετίζεται με τα απόβλητα προσδιορίζει και καθορίζει γενικά τα αναγκαία μέτρα για τη χωριστή συλλογή, ενώ απαιτεί από τα κράτη-μέλη την εφαρμογή μέτρων για τη βελτιστοποίηση της ανακύκλωσης και την οργάνωση συστημάτων χωριστής συλλογής ανακυκλώσιμων υλικών, όπως χαρτί, μέταλλα, πλαστικά, γυαλί και των βιοαποβλήτων έως το 2023 (Sympraxis team, 2020).

2.2 Στόχοι ανακύκλωσης στην ΕΕ και την Ελλάδα

Οι στόχοι που τέθηκαν σχετικά με την ανακύκλωση αναθεωρήθηκαν το 2018, στο πλαίσιο νέων μέτρων που αναφέρονται στην κυκλική οικονομία μέσω της Οδηγίας 2018/851/ΕΕ, η οποία θέτει περισσότερους φιλόδοξους στόχους ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης έως το 2035, σύμφωνα με την παρακάτω Εικόνα 2.1 (European Commission, 2019).

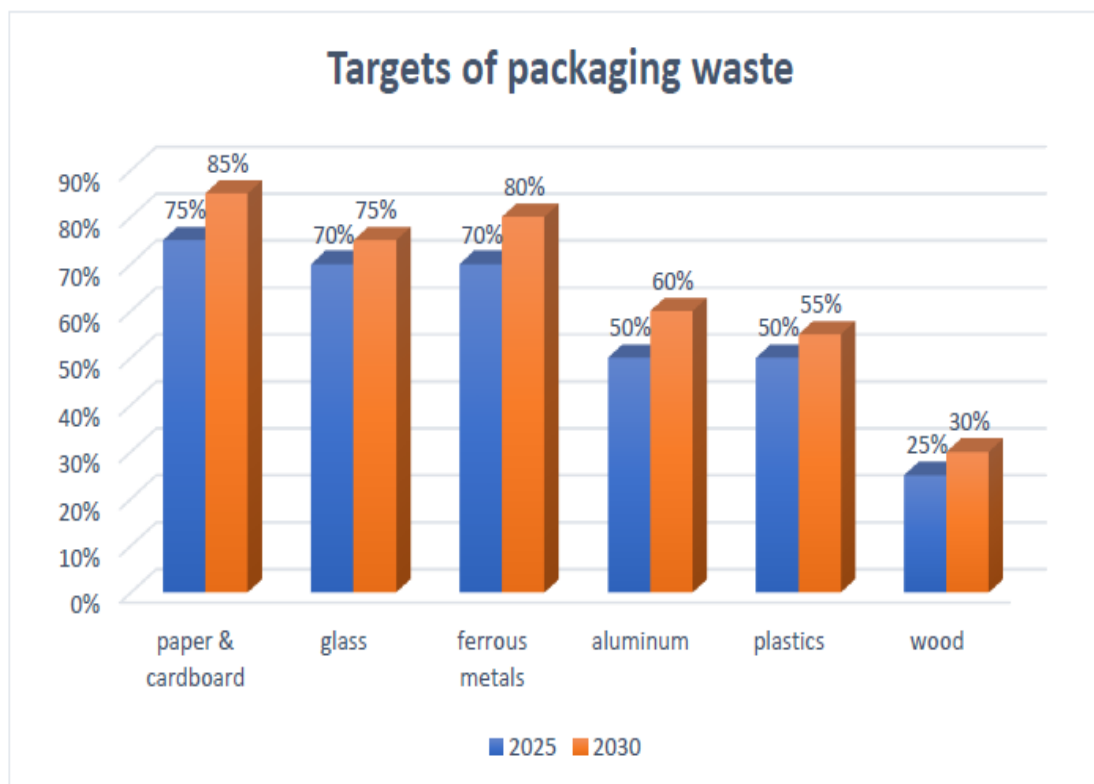


Εικόνα 2.1 Στόχοι ΕΕ (European Commission, 2019)

Η Οδηγία 1999/31/ΕΚ έθεσε ως στόχο τη μείωση της υγειονομικής ταφής των βιοαποδομήσιμων αποβλήτων στο 35% μέχρι το 2016. Η Οδηγία διαφοροποιήθηκε σύμφωνα με την 2018/850, όπου αυστηροποιείται η υγειονομική ταφή και αναγκάζει τα κράτη-μέλη μέχρι το 2035 να έχουν ΧΥΤΑ το πολύ στο 10% της ολικής ποσότητας των παραγόμενων αστικών αποβλήτων που παράγονται, ενώ ταυτόχρονα δεν επιτρέπεται η

εφαρμογή της υγειονομικής ταφής των αποβλήτων που δύναται να ανακυκλωθούν και να ανακτηθούν (Sympraxis team, 2020).

Σύμφωνα με την Οδηγία 2018/852 σχετικά με τα απορρίμματα συσκευασίας, τίθεται ως στόχος το 2025 και το 2030 η επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωση να φτάσει στο 65% και 70% κατά βάρος, αντίστοιχα. Επιπλέον τίθενται νέοι στόχοι για τα προαναφερόμενα έτη ανά υλικό συσκευασίας, όπως φαίνονται στην Εικόνα 2.2.



Εικόνα 2.2 Στόχοι ανακύκλωσης ανά υλικό συσκευασίας (European Commission, 2019)

Επιπλέον δύναται στα κράτη το ποσοστό υγειονομικής ταφής να ξεπεράσει το 60% καθώς και τη προσωρινή αναβολή της εφαρμογής για πέντε έτη. Η Ελλάδα έχει ενσωματώσει όλες τις απαιτούμενες οδηγίες σε εθνικό επίπεδο θέτοντας περισσότερο συγκρατημένους στόχους. Κύριος στόχος των νέων σχεδίων διαχείρισης είναι να προσδιοριστεί με ακρίβεια η υφιστάμενη κατάσταση που διέπει την Ελλάδα για να μπορέσουν τα σχέδια διαχείρισης των απορριμμάτων τόσο στους δήμους όσο και στις περιφέρειες να αντικατοπτρίζουν την ελληνική πραγματικότητα. Για την εκπόνηση αυτών των σχεδίων οι υπηρεσίες που συνεργάζονται είναι (Sympraxis team, 2020):

- ✓ ΥΠΕΝ, το οποίο είναι αρμόδιο για την πολιτική που θα καθιερωθεί όσον αφορά την περιβαλλοντική διαχείριση των αποβλήτων.
- ✓ ΥΠΕΣ, το οποίο είναι υπεύθυνο για την εφαρμογή της πολιτικής από την τοπική αυτοδιοίκηση.

- ✓ ΠΔ, όπου οι υπηρεσίες που διαθέτει είναι υπεύθυνες για την εφαρμογή και τον έλεγχο των σχεδίων διαχείρισης.
- ✓ ΕΟΑΝ, ο οποίος είναι ένας ΜΚΟ και ως στόχο έχει την ανάπτυξη, το σχεδιασμό και την εφαρμογή της πολιτικής όσον αφορά τη διαχείριση των αποβλήτων.
- ✓ ΦοΔΣΑ
- ✓ Δήμοι
- ✓ ΠΔΕΠ και ΕΟΠ

Το ΕΣΔΑ εκπονήθηκε το 2015 σύμφωνα με την Οδηγία 2008/98/ΕΚ της ΕΕ και του ΕΣΣΠΔΑ και επικαιροποιήθηκε το 2020. Επιπλέον το 2019 παρουσιάστηκε η Οδηγία 2019/904/ΕΕ, η οποία αφορά τα πλαστικά μιας χρήσης. Τα προγράμματα τα οποία είναι ενεργά είναι τα παρακάτω (Sympraxis team, 2020):

- ✓ Δίκτυο μπλε κάδων που εφαρμόζεται σε πανελλαδική κλίμακα και αφορά τη συλλογή υλικών, όπως χαρτί, γυαλί, πλαστικά, μέταλλα.
- ✓ Δίκτυο ειδικών κάδων χωρίς να έχουν πυκνό δίκτυο ενώ καλύπτει λιγότερες περιοχές. Οι πράσινοι κάδοι αφορούν τη συλλογή γυαλιού και οι κίτρινοι (ή μπλε κάδοι με κίτρινο καπάκι), τη συλλογή χαρτιού, χαρτονιών και χάρτινων συσκευασιών .
- ✓ Άλλα συστήματα ξέχωρης συλλογής για απόβλητα συσκευασίας, όπου υπάρχουν σε συγκεκριμένα σημεία.
- ✓ Δίκτυο καφέ κάδων για τη συλλογή βιοαποβλήτων με σκοπό την κομποστοποίηση του υλικού σε δημοτικό επίπεδο.
- ✓ Δίκτυο συλλογής πράσινων αποβλήτων το οποίο περιλαμβάνει μέρη φυτών, κλαδιά και φύλλα δέντρων.
- ✓ Δίκτυο συλλογής μέσω ειδικών μεταλλικών διαφόρων διαστάσεων κάδων που χρησιμοποιούνται για απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων σε δημοτικό επίπεδο.
- ✓ Δίκτυα συλλογής μπαταριών, λαμπτήρων και ηλεκτρικών συσκευών μέσω ειδικών πλαστικών ή χάρτινων κάδων σε δημόσια κτίρια και σε ιδιώτες.
- ✓ Δίκτυα συλλογής αυτοκινήτων και εξαρτημάτων αυτών, καθώς και ελαστικών λιπαντικών ελαίων μεγάλης ηλικίας.
- ✓ Δίκτυο ειδικών κάδων συλλογής χαρτιού και μελανοδοχείων εκτυπωτών , τα οποία τοποθετούνται σε ιδιωτικούς και δημόσιους χώρους.
- ✓ Δίκτυο συλλογής ειδικών ρευμάτων αποβλήτων, όπως χρησιμοποιημένα μαγειρικά έλαια.
- ✓ Δίκτυο συλλογής μεταχειρισμένων ενδυμάτων και παπουτσιών από εκκλησιαστικούς φορείς και μη κυβερνητικές οργανώσεις.

- ✓ Δίκτυο συλλογής σε ιδιωτικό επίπεδο που αφορά επιχειρήσεις με συμμετοχή των υπαλλήλων του.

2.3 Σημαντικότερες εταιρείες Διαχείρισης αποβλήτων στην Ελλάδα

2.3.1 Ελληνικής Εταιρείας Αξιοποίησης Ανακύκλωσης (ΕΕΑΑ)

Το 2001 συστάθηκε από ελληνικές επιχειρήσεις της παραγωγής συσκευασιών και της εμπορίας συσκευασμένων προϊόντων, με κύριο σκοπό να επιτελέσουν με επιτυχία, βάση της εθνικής και ευρωπαϊκής νομοθεσίας, την ανακύκλωση των αποβλήτων συσκευασίας των προϊόντων τους. Όπως ορίζει ο νόμος 2939/01 ανέπτυξε σε πανελλαδικό επίπεδο ΣΣΕΔ σύμφωνα με επιχειρησιακά σχέδια όπως ορίζουν οι αρμόδιες αρχές.

Θεωρείται μία σημαντική συνεργασία μεταξύ των ενδιαφερομένων, δηλαδή των παραγωγών ή εισαγωγέων συσκευασίας προϊόντων και των ΟΤΑ.

Το 35% κατέχει η ΚΕΔΕ και το υπόλοιπο ποσοστό κατέχουν βιομηχανίες και επιχειρήσεις οι οποίες είναι υπεύθυνες βάση του Νόμου για τη συλλογή και την αξιοποίηση των συσκευασιών των προϊόντων τους. Επιπλέον, οι αποφάσεις γίνονται σύμφωνα με το δημόσιο όφελος.



Εικόνα 2.3 Το σήμα της Ελληνικής Εταιρείας Αξιοποίησης Ανακύκλωσης

(<https://www.herrco.gr>)

Το καταστατικό θέτει ως στόχους:

- ✓ την εφαρμογή της νομικής υποχρέωσης των συμβεβλημένων επιχειρήσεων,
- ✓ την βέλτιστη αξιοποίηση των διατιθέμενων οικονομικών πόρων προς όφελος της ανακύκλωσης,
- ✓ τη συμβολή όσο της αντιστοιχεί στην επίτευξη του εθνικού στόχου της ανακύκλωσης συσκευασιών



Εικόνα 2.4 Οι τύποι των μπλε κάδων που εφαρμόζονται από τους ΟΤΑ
(<https://www.dedisa.gr>)

Το δίκτυο μπλε κάδου σχετίζεται με τα δημοτικά απορρίμματα. Χρησιμοποιούνται σάκοι ανακύκλωσης πολλαπλών χρήσεων ίσου αριθμού σύμφωνα με τον αριθμό των νοικοκυριών του εκάστοτε ΟΤΑ. Ο αριθμός των μπλε κάδων, θα πρέπει να είναι τέτοιος έτσι ώστε να ισχύει η αναλογία 1 κάδος ανά 75 κατοίκους. Επιπλέον, το όχημα συλλογής καλύπτει δίκτυο 250 κάδων, δηλαδή 20 χιλιάδες κατοίκους και ένα επιπλέον αφού πραγματοποιούνται δύο δρομολόγια προς το ΚΔΑΥ σε ημερήσια βάση ή συνολικά σε 16 ώρες.

Ο σχεδιασμός πραγματοποιείται σύμφωνα με τωρινά δεδομένα και όχι της απογραφής. Στην περίπτωση όπου ο πληθυσμός μιας περιοχής είναι μικρός τότε ο ΟΤΑ είτε συνεργάζεται με κάποιον άλλο γειτονικό ΟΤΑ και διαθέτουν ένα κοινό όχημα είτε αποκτά ένα δικό του όχημα χωρίς την οικονομική στήριξη της ΕΕΕΑ. Η συλλογή πραγματοποιείται 2 με 3 φορές την εβδομάδα.

2.3.2 Ανακύκλωση ΑΕΚΚ Αττικής

Είναι μία ανώνυμη εταιρεία μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα. Ιδρύθηκε το 2014 με γεωγραφική εμβέλεια την Περιφέρεια Αττικής, όπου έως το 2026 οι δραστηριότητες τους θα περιλαμβάνουν την αποκατάσταση των ανενεργών λατομικών χώρων. Το 2022 επεκτάθηκε σε 18 Περιφερειακές Ενότητες καλύπτοντας το 47,6% του πληθυσμού.



Εικόνα 2.5 Το σήμα της εταιρείας (<https://anaekk.gr>)

Έχει την ευθύνη της σύναψης συμβάσεων με τους υπόχρεους διαχειριστές καθώς και την οργάνωση και τον έλεγχο της διαχείρισης των αποβλήτων και της διαδικασίας ανακύκλωσης.

Προς εκπλήρωση των στόχων του, το ΣΣΕΔ συνεργάζεται με δανειοδοτημένα φυσικά ή νομικά πρόσωπα για τη συλλογή, μεταφορά, αποθήκευση ή/και επεξεργασία των ΑΕΚΚ και την εν γένει διαχείρισή τους, είτε προς το σκοπό της ανακύκλωσής τους είτε προς το σκοπό της αξιοποίησής τους με τη χρήση τους σε εργασίες επιχωματώσεων, αποκατάστασης ανενεργών και ενεργών λατομείων, επικάλυψης χώρων υγειονομικής ταφής και γενικά αναμόρφωσης υποβαθμισμένων τοπίων.

2.3.3 Κρόνος ΕΚΟ Α.Ε.

Η εταιρεία δραστηριοποιείται στη συλλογή, μεταφορά και διαχείριση μη επικίνδυνων στερεών αποβλήτων καθώς και την ανάκτηση υλικών. Επιπλέον μπορεί να λειοτεμαχίσει ογκώδη απόβλητα καθώς και να διαχειριστεί ακατάλληλα υλικά εμπορευμάτων και πάγιου εξοπλισμού επιχειρήσεων με βάση το πρωτόκολλο καταστροφής καθώς και αποβλήτων ΑΕΚΚ. Τέλος, δύναται να διαχειριστούν Βιοαποδομήσιμα Απόβλητα.

Κύριοι στόχοι της εταιρείας είναι η προστασία του περιβάλλοντος καθώς και η συλλογή και μεταφορά, η προσωρινή αποθήκευση, η διαλογή, επεξεργασία και η ανακύκλωση στερεών μη επικίνδυνων αποβλήτων, καθώς και η ανάκτηση υλικών.



Εικόνα 2.6 Το σήμα της εταιρείας (<https://kronoseco.gr/>)

Οι υπηρεσίες που προσφέρει είναι:

- Αποκομιδή, μεταφορά, διαλογή και δεματοποίηση απορριμμάτων είτε ανακυκλώσιμων είτε όχι.
- Παροχή υπηρεσιών αποκομιδής απορριμμάτων, καθαριότητας καθώς και μίσθωσης εξοπλισμού προσωρινής αποθήκευσης σε ιδιώτες και σε υπηρεσίες του δημοσίου.
- Μίσθωση απορριμματοκιβωτίων όσον αφορά τα ΑΕΚΚ.
- Μίσθωση συμπιεστών απορριμμάτων και αποκομιδή τους με ειδικά οχήματα.
- Παροχή υπηρεσιών καθαρισμού εργοταξίων και άλλων χώρων.
- Αποκομιδή μέσω ειδικών οχημάτων και απορριμματοκιβωτίων ρεταλίων, σιδήρου, αλουμινίου και άλλων ανακυκλώσιμων υλικών όπου ακολουθεί η διαλογή και η διάθεσή τους στις αντίστοιχες βιομηχανίες.
- Αποκομιδή χαρτιού και ξύλου.
- Λειοτεμαχισμό μη επικινδύνων στερεών αποβλήτων.
- Συλλογή, μεταφορά και επεξεργασία αποβλήτων ΑΕΚΚ.
- Διαχείριση βιοαποδομήσιμων αποβλήτων.
- Παραλαβή στις εγκαταστάσεις μη επικινδύνων στερεών αποβλήτων, που εναποτίθενται από μέσα τρίτων.

2.3.4 Siakandaris Group

Η εταιρεία εξειδικεύεται στην ανάπτυξη και υλοποίηση συστημάτων συλλογής, μεταφοράς και διαλογής στερεών μη επικινδύνων αποβλήτων. Διαθέτει δικές της εγκαταστάσεις για περαιτέρω διαλογή και διαχείριση των αποβλήτων. Τα προς ανακύκλωση υλικά δεματοποιούνται και αποστέλλονται σε βιομηχανικές μονάδες, όπου θα επαναχρησιμοποιηθούν για την παραγωγή νέων προϊόντων.

Στόχος της εταιρείας είναι η προώθηση των ανακτημένων υλικών προς μονάδες ανακύκλωσης με στόχο την εφαρμογή ενός βελτιστοποιημένου συστήματος διαχείρισης αποβλήτων. Επιτελούν βέλτιστο διαχωρισμό των κοινών απορριμμάτων με σκοπό τη μέγιστη καθαρότητά τους και τη μετατροπή τους σε ένα στέρεο αναμειγμένο υλικό υψηλής ενεργειακής αξίας. Επιπρόσθετα διαθέτει υλικό για πρώτες ύλες παραγωγής εναλλακτικών δευτερογενών καυσίμων (SRF/RDF).

Δύναται να εξάγει τα υλικά σε τρίτες χώρες ενώ έχει πιστοποιηθεί με το ISO 9001, ISO 14001 και το ISO 50001:2011, ενώ πληρεί το Διεθνές Πρότυπο Ασφαλείας και Υγείας του

προσωπικού κατά ΕΛΟΤ 1801/OHSAS 18001 και το Διεθνές Πρότυπο Κοινωνικής Μέριμνας και Ευθύνης SA 8000:2008.

Τέλος, πιστοποίησε το ΣΔΕ που εφαρμόζεται σύμφωνα με τις προδιαγραφές του πρότυπου από την Alcumus ISOQAR- διαπιστευμένη από τον Βρετανικό Οργανισμό Διαπίστευσης UKAS με το ISO 50001:2011 και θέτει ως στόχους:

- Βελτίωση της χρήσης ενεργειακών πόρων και μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα.
- Ιεράρχηση και υιοθέτηση καινοτόμων τεχνολογιών και μέτρων.
- Διάθεση πλαισίου με στόχο τη προώθηση της ενεργειακής αποτελεσματικότητας σε όλη την εφοδιαστική αλυσίδα.
- Συμμόρφωση σύμφωνα με τις βέλτιστες πρακτικές για τη προστασία του περιβάλλοντος.
- Μείωση του βιώσιμου τρόπου του κόστους των παραγωγικών δραστηριοτήτων.



Εικόνα 2.7 Το σήμα της εταιρείας (<https://www.siakandaris.gr>)

Το 2017 απέκτησε νέα έκταση 60 στρεμμάτων στη Ριτσώνα Ευβοίας για αύξηση της δυναμικότητας. Διαθέτει Κέντρο Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών, μονάδα τεμαχισμού ξύλου, τομέα κοπής μετάλλων, μονάδα βιοαερίου, μονάδα διαχείρισης μπαζών κι εργοστάσιο παραγωγής δευτερογενών εναλλακτικών καυσίμων RDF . Η παραγωγή του RDF θα πραγματοποιείται από το ανακυκλώσιμο και μη υπόλειμμα πολύ μικρής διατομής έτσι ώστε να εφαρμόζεται η κυκλική οικονομία, δηλαδή η μηδενική παραγωγή αποβλήτου (**Zero Waste Mega Plant**). Το 2019 η εταιρεία αγόρασε νέο χώρο 14 στρεμμάτων βιομηχανικής ζώνης στον Ασπρόπυργο Αττικής, ο οποίος θα είναι κέντρο υποδοχής για τους πελάτες της Αττικής, των νησιών του Αιγαίου και όλης της Νότιας Ελλάδας.



Εικόνα 2.8 Διάφοροι χώροι της εταιρείας

2.3.5 HELLENIC WASTE RECYCLING S.A.

Η εταιρία δραστηριοποιείται σε πανελλαδικό επίπεδο, δηλαδή στην Αθήνα, στη Θεσσαλονίκη, στη Λάρισα, στη Λαμία και στην Κρήτη. Ασχολείται κυρίως με τη διαχείριση των απορριμμάτων δηλαδή συλλογή–μεταφόρτωση–μεταφορά και απόρριψη, την επεξεργασία αυτών, την ανακύκλωση και τον καθαρισμό χώρων.

Η αρχική κύρια δραστηριότητα της ήταν η συλλογή και επεξεργασία μεταλλικού scrap, το οποίο διέθετε στις Βιομηχανίες χάλυβα. Ακολούθησε η επέκταση της δραστηριότητάς της στα σύγχρονα συστήματα διαχείρισης απορριμμάτων, δίνοντας έμφαση στα νέα συστήματα συλλογής, συμπίεσης, μεταφοράς και ανακύκλωσης των αστικών, οικιακών, βιομηχανικών, εμπορικών απορριμμάτων με ταυτόχρονη συνεργασία με ξένους ομίλους για την εφαρμογή καινοτόμου τεχνολογίας και τεχνογνωσίας στον ελληνικό χώρο.

Οι υπηρεσίες που αναπτύχθηκαν για πρώτη φορά στην Ελλάδα, έδωσαν οικονομικές και περιβαλλοντικές λύσεις στα προβλήματα διαχείρισης των απορριμμάτων διαφόρων επιχειρήσεων, τόσο στον ιδιωτικό τομέα όσο και σε φορείς και οργανισμούς του ευρύτερου δημόσιου τομέα.

Η εξασφάλιση της υψηλής ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών σε συνδυασμό με τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και τη προστασία του περιβάλλοντος, είναι απόλυτη προτεραιότητα για την εταιρεία η οποία επιπλέον υλοποιεί Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας, Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης και Σύστημα Διαχείρισης της Υγείας & Ασφάλειας στην Εργασία.



Εικόνα 2.9 Το σήμα της εταιρείας (<https://www.hellenic-recycling.gr>)

Η εταιρεία:

- Παρέχει υπηρεσίες αποκομιδής απορριμμάτων και καθαριότητας σε επιχειρήσεις, οργανισμούς και δήμους.
- Έρευνα, ανάπτυξη, κατασκευή, εισαγωγή, εξαγωγή, αντιπροσώπευση και εμπορία πάσης φύσεως μηχανολογικού εξοπλισμού και τεχνογνωσίας, σχετικής με τη διαχείριση και ανακύκλωση υλικών και απορριμμάτων.

- Διαχείριση, αποκομιδή, μεταφορά, διαλογή, δεματοποίηση και εμπορία πάσης φύσεως ανακυκλωμένων ή μη υλικών και απορριμμάτων.
- Διαχείριση μεταλλικού scrap.
- Αποξηλώσεις εργοστασίων και γενικά εγκαταστάσεων.

2.3.6 ANAKEM

Είναι από τα παλαιότερα εγκεκριμένα Συλλογικά Συστήματα Εναλλακτικής Διαχείρισης Αποβλήτων Εκσκαφών, Κατασκευών & Κατεδαφίσεων. Είναι ανώνυμη εταιρεία όπου συμμετέχουν τεχνικές κατασκευαστικές εταιρείες της Θεσσαλονίκης και έχει έδρα τη Θεσσαλονίκη.



Εικόνα 2.10 Το σήμα της εταιρείας (<https://www.anakem.gr>)

Συνεργάζεται με διαχειριστές ΑΕΚΚ τόσο του ιδιωτικού όσο και του δημόσιου φορέα, με Μονάδες Επεξεργασίας και με Εταιρείες Συλλογής, Μεταφοράς και Προσωρινής Αποθήκευσης ΑΕΚΚ, θέτοντας ως κύριο σκοπό την αποτελεσματική διαχείριση, ανακύκλωση και αξιοποίηση των αποβλήτων. Επιπλέον, στηρίζει δημόσιους φορείς και οργανισμούς και κυρίως τις Περιφέρειες και τους Δήμους, με στόχο τη πρόληψη παραγωγής, ορθή διαχείριση και καταπολέμηση της ανεξέλεγκτης διάθεσης των μπαζών καθώς και ενημέρωση για τις διαδικασίες που πρέπει να ακολουθούν για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων των έργων τους. Επιπρόσθετα παρακολουθούν και καταγράφουν τα στοιχεία για την εναλλακτική διαχείριση των ΑΕΚΚ, ενώ συντάσσουν και τους απολογισμούς προς τον ΕΟΑΝ

Έχει δημιουργήσει ένα πυκνό δίκτυο μεταφορέων, σημείων παραλαβής και μονάδων επεξεργασίας σε όλη την Ηπειρωτική Ελλάδα και στα νησιά. Έχει πιστοποιηθεί σύμφωνα

με το ISO 9001 και ISO 14001. Η ANAKEM A.E. δραστηριοποιείται στους παρακάτω τομείς:

- ✓ Ενημέρωση ιδιωτών, δημόσιων και ιδιωτικών φορέων για τις υποχρεώσεις τους σχετικά με την ανακύκλωση των ΑΕΚΚ.
- ✓ Σύναψη συμβάσεων με τους υπόχρεους διαχειριστές για την ανακύκλωση των αποβλήτων τους.
- ✓ Υποστήριξη και εποπτεία των υπόχρεων διαχειριστών για την ορθή διαλογή των αποβλήτων και για τις δυνατότητες προσωρινής αποθήκευσης, μεταφοράς και επεξεργασίας τους.
- ✓ Υποστήριξη και εποπτεία των συμβεβλημένων μονάδων επεξεργασίας ως προς τις διαδικασίες ανακύκλωσης που εφαρμόζουν.
- ✓ Καθορισμό των ποιοτικών παραμέτρων των ανακυκλωμένων προϊόντων με στόχο τη βέλτιστη αξιοποίησή τους.
- ✓ Στήριξη των Δημόσιων Υπηρεσιών και των Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης στην επίτευξη των στόχων για την πρόληψη, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και ανάκτηση υλικών και στη διαχείριση του περιβάλλοντος, ιδιαίτερα στην καταπολέμηση της ανεξέλεγκτης διάθεσης μπαζών.
- ✓ Σχεδιασμός και υλοποίηση δράσεων ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης φορέων και πολιτών για τα θέματα εναλλακτικής διαχείρισης των ΑΕΚΚ.
- ✓ Συνεργασία με Ερευνητικά Κέντρα, Πανεπιστήμια και επιχειρήσεις για την προαγωγή της έρευνας στον τομέα παραγωγής και αξιοποίησης υλικών από ανακυκλωμένα ΑΕΚΚ.
- ✓ Μελέτη και υλοποίηση έργων αποκατάστασης ανενεργών λατομείων, ως νέος τομέας δραστηριότητας μέσα στο 2019, σύμφωνα με το επικαιροποιημένο επιχειρησιακό σχέδιο.



Εικόνα 2.11 Εργασίες που πραγματοποιούνται από την εταιρεία (<https://anakem.gr>)

2.3.7 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΥΣΚΕΥΩΝ Α.Ε.

Η εταιρεία είναι ο κύριος υπεύθυνος φορέας για την οργάνωση και τη λειτουργία συλλογικού συστήματος εναλλακτικής διαχείρισης ΑΗΗΕ στην Ελλάδα. Είναι εταιρία μη επενδυτικού και μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα, ενώ λειτουργεί βάσει του πλαισίου των οδηγιών της Κοινότητας, οι οποίες έχουν μεταφερθεί στο Ελληνικό Δίκαιο.

Η συμμετοχή στην εταιρεία εξασφαλίζει στις επιχειρήσεις που παράγουν, εισάγουν και μεταπωλούν ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό, την απαλλαγή τους από την εκπλήρωση των υποχρεώσεων σχετικά με την Εναλλακτική Διαχείριση των ΑΗΗΕ όπως ορίζει ο Νόμος 2939/2001 και το Προεδρικό Διάταγμα 117/2004. Αντικείμενο της εταιρείας είναι η εναλλακτική διαχείριση Αποβλήτων ειδών Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού, όπου περιλαμβάνονται οι εργασίες συλλογής, μεταφοράς, προσωρινής αποθήκευσης, απορρύπανσης, αξιοποίησης και ανακύκλωσης των ΑΗΗΕ καθώς και των κατασκευαστικών τους στοιχείων ώστε να επαναχρησιμοποιηθούν στην αγορά.



Εικόνα 2.12 Το σήμα της εταιρείας (<https://www.electrocycle.gr>)

Στόχοι της εταιρείας είναι:

- ✓ Η επίτευξη των Εθνικών Στόχων, όπως καθορίζονται από την Ευρωπαϊκή και την Ελληνική νομοθεσία και τον έλεγχο του κόστους της Εναλλακτικής Διαχείρισης των ΑΗΗΕ.
- ✓ Ενημέρωση των ενδιαφερόμενων για τις συμβατικές τους υποχρεώσεις και τη διαδικασία προσχώρησής τους στο συλλογικό σύστημα.
- ✓ Ανάπτυξη, οργάνωση και έλεγχος απαιτούμενων υποδομών.
- ✓ Δίκτυο συλλογής ΑΗΗΕ σε Πανελλαδικό επίπεδο.
- ✓ Δίκτυο μεταφοράς και προσωρινής αποθήκευσης ΑΗΗΕ.
- ✓ Μονάδες επεξεργασίας ΑΗΗΕ.
- ✓ Ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του πολίτη.

2.3.8 ΔΕΔΙΣΑ

Ιδρύθηκε το 1993 και ήταν πρωτοπόρα, λόγω της διαδημοτικής συνεργασίας της τοπικής αυτοδιοίκησης στην διαχείριση των απορριμμάτων. Η ανάπτυξη της ΔΕΔΙΣΑ πραγματοποιήθηκε με την ανάληψη της λειτουργίας των εγκαταστάσεων το 2005 με αποτέλεσμα την εδραίωση ενός ΦοΔΣΑ ο οποίος προσφέρει τόσο σε τοπικό επίπεδο για ένα καθαρό περιβάλλον με τη συμμετοχή των πολιτών όσο και σε Πανελλήνιο επίπεδο συμβάλλοντας θετικά στη βιώσιμη διαχείριση των ΑΣΑ.

Τα Χανιά υπήρξαν από τις ελάχιστες εξαιρέσεις στην Ελλάδα όπου η αгаστή συνεργασία της Τοπικής Αυτοδιοίκησης και του κεντρικού κράτους κατέληξε σε αποδεκτή τεχνική, οικονομική και περιβαλλοντική λύση με την κατασκευή του ΕΜΑΚ-ΧΥΤΑ.



Εικόνα 2.13 Το σήμα της εταιρείας (<https://www.dedisa.gr>)

Οι παράγοντες που επιδρούν στη λύση ενός τέτοιου προβλήματος είναι:

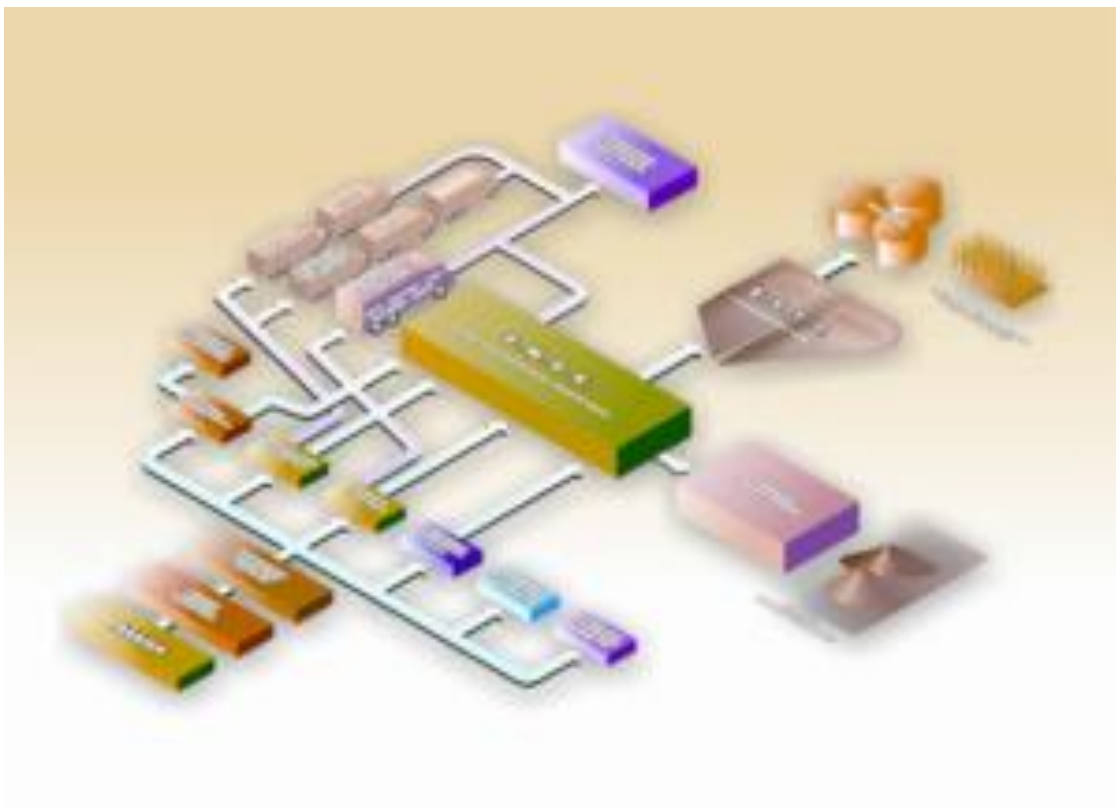
- Η συνεχώς αυξανόμενη ποσότητα των παραγόμενων αποβλήτων ανάλογα με το πληθυσμό και τα χαρακτηριστικά του, όπως διατροφικές συνήθειες κ.λ.π.
- Η σύνθεση και το εύρος των υλικών τα οποία συμμετέχουν στη παραγωγή προϊόντων και των συσκευασιών τους, η οποία θεωρείται μειονέκτημα μετά την ολοκλήρωση του κύκλου ζωής των προϊόντων.
- Η ανάπτυξη καινοτόμων τεχνολογιών και των μεθόδων επεξεργασίας των αποβλήτων.
- Η ευαισθητοποίηση του κοινωνικού συνόλου για να δραστηριοποιηθεί με στόχο τη προστασία του περιβάλλοντος.

Παρά το γεγονός ότι πολλές χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν επιδείξει σημαντικές επιδόσεις στην Ορθολογική Διαχείριση των Αποβλήτων, η χώρα μας δεν έχει ικανοποιητική προσαρμογή σε αντίστοιχα επιτυχημένα μοντέλα.

Η Βιώσιμη Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων πραγματοποιείται σύμφωνα με τις υπάρχουσες υποδομές καθώς και την εφαρμογή προηγμένων μεθόδων και καινοτομιών τεχνολογιών όσον αφορά τη διαχείριση των ΑΣΑ.

Κύριοι στόχοι της εταιρείας είναι:

- ✓ η πρόληψη και ελαχιστοποίηση της παραγωγής αποβλήτων,
- ✓ η προώθηση της επαναχρησιμοποίησης,
- ✓ η παροχή έργων & υπηρεσιών ποιότητας σε όλο το φάσμα της διαχείρισης,
- ✓ ο σχεδιασμός και η υλοποίηση έργων, με έμφαση στη διαλογή στην πηγή,
- ✓ η προεπεξεργασία και η τελική διάθεση αποβλήτων,
- ✓ η αποκομιδή αποβλήτων,
- ✓ η εναλλακτική διαχείριση,
- ✓ η ευαισθητοποίηση, με αξιοποίηση των τεχνολογιών περιβάλλοντος και την αποδοχή από τους ενημερωμένους πολίτες.



Εικόνα 2.14. Διάγραμμα Δράσεων

Απασχολεί 260 εργαζόμενους, όπου το 10% είναι επιστημονικό προσωπικό καθώς και εξωτερικούς συνεργάτες σε αιχμές παραγωγής και για εξειδικευμένα επιστημονικά θέματα αναπτύσσοντας παράλληλα ένα μεγάλο εύρος δραστηριοτήτων, όσον αφορά την ολοκληρωμένη διαχείριση των απορριμμάτων, όπως:

- Μηχανική διαλογή και χειροδιαλογή αποβλήτων.
- Κομποστοποίηση οργανικού κλάσματος ΑΣΑ.
- Συλλογή & μεταφορά ΑΣΑ, με ιδιόκτητο στόλο εξοπλισμένο με GPS, ώστε να επιτυγχάνεται βελτιστοποίηση δρομολογίων.
- Διαχείριση ογκωδών απορριμμάτων.
- Πρόγραμμα διαλογής στη πηγή συσκευασιών, εκτός γυάλινων και έντυπου χαρτιού σε όλους τους Δήμους της ΠΕ Χανίων.
- Πρόγραμμα διαλογής στη πηγή συσκευασιών γυαλιού.
- Πρόγραμμα διαλογής στη πηγή τροφικών αποβλήτων από μεγάλους παραγωγούς.
- Λειτουργία του ΧΥΤΑ Χανίων.
- Εναλλακτική Διαχείριση "άλλων προϊόντων" που υπάγονται στον Ν. 2939/01, όπως:
 - Πρόγραμμα διαλογής στη πηγή μικρού μεγέθους ΑΗΗΕ.
 - Συλλογή πόρτα-πόρτα μεγάλου μεγέθους ΑΗΗΕ, κ.ά.
- Ενημέρωση & ευαισθητοποίηση πολιτών με ειδικές δράσεις για τη μαθητευόμενη νεολαία μέσω ενημερώσεων σε εκπαιδευτικά ιδρύματα.
- Περιορισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μέσω ειδικών δράσεων στα πλαίσια του προγράμματος LIFE09/ENV/GR/000294 (Waste-C-Control).
- Περιορισμό των παραγόμενων αποβλήτων μέσω ειδικών δράσεων στα πλαίσια του προγράμματος LIFE10/ENV/GR/000622 (WASP-TOOL) όπου περιλαμβάνονται δράσεις όπως:
 - Οικιακή κομποστοποίηση
 - Ανταλλακτική βιβλιοθήκη
 - Μείωση πλαστικής τσάντας
 - Βελτιστοποίηση αποκομιδής και περιορισμό των αερίων του θερμοκηπίου με το έργο "αποδοτικές και βιώσιμες μέθοδοι διαχείρισης απορριμμάτων με

τη χρήση εργαλείων ΤΠΕ για την επίτευξη της μείωσης εκπομπών αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου" σύμφωνα με το πρόγραμμα LIFE13/ENV/ES/000725 (EWAS).



Εικόνα 2.15 Εργοστάσιο Μηχανικής Ανακύκλωσης & Κομποστοποίησης (ΕΜΑΚ)
(<https://www.dedisa.gr>)

Λειτουργεί από το 2005 και πραγματοποιήθηκε από τη Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Χανίων, ενώ χρηματοδοτήθηκε από το Ταμείο Συνοχής με προϋπολογισμό 30 εκ. ευρώ. Η εγκατάσταση έγινε σε έκταση 235 στρεμμάτων με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 3,3MW, ενώ οι δύο γειτονικοί Χώροι Υγειονομικής Ταφής καταλαμβάνουν 70 στρέμματα με ολική χωρητικότητα 1,1 εκ. m³.

Φορέας διαχείρισης είναι η ΔΕΔΙΣΑ Α.Ε. η οποία εξυπηρετεί 155 χιλιάδες μόνιμους κατοίκους και 80.000 εποχιακό πληθυσμό λόγω της ανάπτυξης του τουρισμού στη περιοχή. Πλέον έχει εκσυγχρονιστεί με την τοποθέτηση βαλλιστικών και οπτικών διαχωριστών, σχιστών σάκων, τεμαχιστή ογκωδών αποβλήτων κ.λ.π.



Εικόνα 2.16 Αεροφωτογραφία Ε.Μ.Α.Κ.-Χ.Υ.Τ.Α. (<https://www.dedisa.gr>)

Σύμφωνα με τα καταγεγραμμένα στοιχεία του ΕΜΑΚ και ΧΥΤΑ το 2016 εισήλθαν στις εγκαταστάσεις 75.000 τόνοι Σύμμεικτα Απόβλητα, 13.500 τόνοι προδιαλεγμένα Ανακυκλώσιμα Υλικά, 300 τόνοι Γυαλιού, 3.000 τόνοι Ογκωδών Αποβλήτων και 2.500 τόνοι προδιαλεγμένο Οργανικό από διαλογή στη πηγή (κλαδιά).



Εικόνα 2.17 Υποδοχή – Κόσκινα (<https://www.dedisa.gr>)

Το ποσοστό ανάκτησης ανέρχεται σε 35%, όπου τα υλικά οδηγούνται σε βιομηχανίες ανακύκλωσης στην Κρήτη (για το φιλμ συρρίκνωσης πολυαιθυλενίου PE) και στην Αθήνα για τα υπόλοιπα (χαρτί, πλαστικά, μέταλλα , γυαλί), ενώ το παραγόμενο κομπόστ διατίθεται στην αγορά.

Μονάδα Επεξεργασίας Στραγγισμάτων (ΕΜΑΚ-ΧΥΤΑ)

Θεωρείται από τις σημαντικότερες υποδομές για την Ολοκληρωμένη Διαχείριση Απορριμμάτων. Τα στραγγίσματα και από τις δύο φάσεις του ΧΥΤΑ οδηγούνται προς τα αντίστοιχα αντλιοστάσια ανύψωσης των στραγγισμάτων, ενώ η ετήσια επεξεργασία φτάνει τα 12.500 m³ στραγγισμάτων. Μεταφέρονται με αντλίες στις δεξαμενές εξισορρόπησης. Τα αστικά λύματα που προέρχονται από τους χώρους υγιεινής και εξυπηρέτησης του προσωπικού, καθώς και από τα λύματα κατά το πλύσιμο των δαπέδων και των μηχανημάτων, από το τμήμα υποδοχής των απορριμμάτων και από την μονάδα κομποστοποίησης, τα οποία με δίκτυο σωληνώσεων απολήγουν στο αντλιοστάσιο εκπλυμάτων. Σε αυτή την εγκατάσταση υπάρχουν δύο υποβρύχιες αντλίες, δυναμικότητας 5,5 m³/hr, όπου μεταφέρονται τα λύματα στη πρώτη δεξαμενή εξισορρόπησης. Υπάρχουν δύο δεξαμενές εξισορρόπησης χωρητικότητας 1.080 m³ και 1.155 m³ αντίστοιχα, όπου ομογενοποιούν το σύνολο των στραγγισμάτων και των λυμάτων του εργοστασίου και ακολουθεί η εξισορρόπηση της ροής. Τα υλικά αυτά αντλούνται, με σταθερή παροχή προς δύο δεξαμενές βιολογικής επεξεργασίας sequencing batch reactor (SBR) μεγέθους 570m³ η καθεμία. Ταυτόχρονα λειτουργούν ως αντιδραστήρες διαδοχικής φορτίσεως διαλείποντος έργου (sequencing batch reactor), είναι πλήρους αναμείξεως και περιλαμβάνουν όλα τα στάδια μιας συμβατικής βιολογικής επεξεργασίας, δηλαδή αερισμό, ανάμειξη, καθίζηση, απομάκρυνση των επεξεργασμένων και απομάκρυνση της ιλύος. Οι δεξαμενές είναι εξοπλισμένες με μετρητές pH, μετρητές αιωρούμενων στερεών, μετρητές διαλυμένου οξυγόνου για τον έλεγχο της βιολογικής επεξεργασίας και σταθόμετρα για τον έλεγχο της στάθμης των δεξαμενών. Για τον αερισμό των στραγγισμάτων έχουν εγκατασταθεί σε κάθε δεξαμενή από τρεις αεριστήρες.



Εικόνα 2.18 Ο χώρος επεξεργασίας των στραγγισμάτων (<https://www.dedisa.gr>)



Εικόνα 2.19 Δεξαμενές θρόμβωσης και συσσωμάτωσης (<https://www.dedisa.gr>)

Τα επεξεργασμένα των στραγγισμάτων από τις δεξαμενές SBR μεταφέρονται στις δεξαμενές κροκίδωσης, όπου πραγματοποιείται η προσθήκη αντιδραστηρίων για την αποσταθεροποίηση των κολλοειδών σωματιδίων και το σχηματισμό κροκίδων στο απόβλητο. Μετά τη βάρυνση ακολουθεί η καθίζηση με αποτέλεσμα την απομάκρυνση των αιωρούμενων και κολλοειδών σωματιδίων. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η μείωση των αιωρούμενων στερεών, των βαρέων μετάλλων, της θολερότητας, του χρώματος και του οργανικού φορτίου. Η χρήση βελτιστοποιεί την απόδοση των συστημάτων με φίλτραυση. Η ιλύς που προκύπτει από τη διεργασία της κροκίδωσης οδηγείται σε φυγοκεντρικό διαχωριστήρα για την αφυδάτωσή της.

Τα επεξεργασμένα στραγγίσματα αφού απομακρυνθούν από τις δεξαμενές κροκίδωσης οδηγούνται σε διάταξη χημικής οξειδωσης. Η οξειδωση με χρήση οξειδωτικών και ρύθμιση του pH, χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση επικίνδυνων ενώσεων, όπως θειικών και θειωδών, φορμαλδεϋδών, κυανιδίων και φαινολών, τη μείωση βακτηρίων και άλλων παθογόνων μικροοργανισμών.

Στη συνέχεια με αντλίες ξηρού τύπου οδηγούνται στη μονάδα του ενεργού άνθρακα, η οποία εμπεριέχει:

- ένα φίλτρο άμμου–ανθρακίτη, με στόχο την κατακράτηση των αιωρούμενων στερεών, το οποίο καθαρίζεται με αντίστροφη έκπλυση.
- δύο φίλτρα ενεργού άνθρακα, παράλληλης λειτουργίας, όπου πραγματοποιείται η τριτοβάθμια επεξεργασία των στραγγισμάτων.

Το επεξεργασμένο υλικό οδηγείται στη δεξαμενή αποθήκευσης–άρδευσης, απ' όπου μέσω ενός πιεστικού αντλητικού συγκροτήματος τροφοδοτεί το δίκτυο άρδευσης. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει ανάγκη άρδευσης, υπερχειλίζουν από τη δεξαμενή άρδευσης προς τη δεξαμενή επανακυκλοφορίας, απ' όπου μέσω δύο αντλιών ξηρού τύπου επανακυκλοφορούν προς τον χώρο του ΧΥΤΑ.

Η περίσσεια ιλύς, που δημιουργείται στην βιολογική βαθμίδα, αντλείται στη δεξαμενή αποθήκευσης και πάχυνσης, όπου η επεξεργασμένη ιλύς τροφοδοτείται προς τον χώρο του ΧΥΤΑ.

Στο χώρο εμπεριέχεται και ένας οικίσκος στον οποίο είναι εγκατεστημένο ένα ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος για την αδιάλειπτη ηλεκτρική τροφοδοσία της εγκατάστασης και ο πίνακας ελέγχου και αυτοματισμού του μηχανολογικού εξοπλισμού όλης της εγκατάστασης.



Εικόνα 2.20 Χώρος μηχανημάτων (<https://www.dedisa.gr>)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

3.1 Χρονοσειρές

Ως χρονοσειρά (time series) ορίζονται οι χρονικά ιεραρχημένες παρατηρήσεις, οι οποίες πραγματοποιούνται σε τακτά ίσα χρονικά διαστήματα. Υπάρχει η άποψη ότι αντιπροσωπεύει τη μεταβολή που παρουσιάζει μια μεταβλητή για ίσες διαδοχικές χρονικές περιόδους. Τα χαρακτηριστικά των χρονοσειρών είναι η περιγραφή, η επεξήγηση και η πρόβλεψη των εξαρτημένων δεδομένων.

Η περιγραφή πραγματοποιείται με το σχηματισμό διαφόρων γραφημάτων, η επεξήγηση με την εφαρμογή μοντέλων που έχουν ως στόχο να μελετήσουν τους μηχανισμούς δημιουργίας της χρονοσειράς, ενώ η πρόβλεψη εμπεριέχει την εφαρμογή ενός μοντέλου με στόχο να προσδιορίσει τις τιμές που θα έχει η σειρά σε κάποια δεδομένη χρονική περίοδο.

Επιπλέον, δύναται να κατηγοριοποιηθούν σε σχέση με τις τιμές που μπορεί να πάρει ο δείκτης t σε χρονοσειρές συνεχούς χρόνου και σε χρονοσειρές διακριτού χρόνου (Kihoro et al, 2006).

3.1.1 Χρονοσειρές συνεχούς χρόνου (continuous time series)

Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν οι σειρές, όπου ο προσδιορισμός των τιμών τους δύναται να πραγματοποιηθεί σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η θερμοκρασία, η οποία είναι εφικτό να μετρηθεί τόσο κατά τη διάρκεια της ημέρας όσο και της νύχτας και συμβολίζονται με $Y(t)$

3.1.2 Χρονοσειρές διακριτού χρόνου (discrete time series)

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι χρονοσειρές όπου η λήψη πραγματοποιείται σε προκαθορισμένα, ευκρινή ίσα χρονικά διαστήματα όπως για παράδειγμα το έτος, το τρίμηνο, ο μήνας, η ημέρα κ.λ.π.. Σε αυτές τις χρονοσειρές περιλαμβάνονται τομείς της οικονομίας, διότι έχουν την ικανότητα της προσέγγισης σε μεγάλο ποσοστό των χρονοσειρών συνεχούς χρόνου μετά από επιλογή των απαιτούμενων χρονικών διαστημάτων δειγματοληψίας. Αυτή η κατηγορία δύναται να διακριθεί περαιτέρω στις ακόλουθες ομάδες (Kihoro et al, 2006):

- Στιγμιαία καταγεγραμμένες (instantaneously recorded time series): δύναται να πραγματοποιηθεί η καταγραφή της τιμής χωρίς κάποιο χρονικό περιορισμό σε τακτά χρονικά διαστήματα, όπως για παράδειγμα η τιμή μετοχής.
- Συσσωρευμένες χρονοσειρές (accumulated time series): σε αυτή τη περίπτωση δεν είναι εφικτή η μέτρηση για οποιαδήποτε χρονική στιγμή, γιατί είναι συσσώρευση αξιών, όπως για παράδειγμα οι γεννήσεις παιδιών.

3.2 Ανάλυση χρονοσειρών

Μέσω της ανάλυσης ο μελετητής θέτει ως στόχο την εκτίμηση των τιμών μιας χρονοσειράς στο μέλλον βάσει της πιο πρόσφατης και των παλαιότερων τιμών της χρονοσειράς χωρίς να λαμβάνει υπόψη οποιαδήποτε άλλη μεταβλητή, η οποία υπάρχει πιθανότητα να μεταβάλλει τις τιμές της. Όλες οι άλλες μεταβλητές που επηρεάζουν τη χρονοσειρά μελέτης θεωρείται ότι περιλαμβάνονται στη διακύμανσή της.

Πολλές φορές μία χρονοσειρά δύναται να θεωρηθεί ότι είναι μέρος μιας στοχαστικής διαδικασίας και οι παρατηρήσεις προκύπτουν από αυτή τη διαδικασία, η οποία περιλαμβάνει ένα σύνολο τυχαίων μεταβλητών $\{Y_t, t = 1, \dots, T\}$ ορισμένων στον ίδιο χώρο πιθανότητας.

3.3 Γραμμικά μοντέλα χρονοσειρών

Τα γραμμικά μοντέλα αποτελούν τα ντετερμινιστικά μοντέλα στα οποία η μεταβλητή που μελετάται επηρεάζεται γραμμικά τουλάχιστον από μία μεταβλητή ή από μία ή περισσότερες υστερήσεις της καθώς και από τυχαίο όρο ο οποίος προσδιορίζει τις αποκλίσεις ή τα λάθη του ντετερμινιστικού όρου. Τα σημαντικότερα γραμμικά μοντέλα είναι τα ακόλουθα (Brockwell and Davis, 2016):

- Αυτοπαλίνδρομο υπόδειγμα - AR(p)
- Υπόδειγμα κινητού μέσου - AM(q)
- Αυτοπαλίνδρομο υπόδειγμα κινητού μέσης τάξης (p,d,q) - ARMA(p,q)
- Αυτοπαλίνδρομο ολοκληρωμένο υπόδειγμα κινητού μέσου - ARIMA(p,d,q)
- SARFIMA
- SARIMA

3.4 Μη-γραμμικά μοντέλα

Σε αυτή την κατηγορία μοντέλων τα σφάλματα δεν είναι ασυσχέτιστα μεταξύ τους, αλλά θεωρούνται IID, ενώ παράλληλα υπάρχει μία μη γραμμική σχέση η οποία σχετίζει τη παρατηρούμενη χρονοσειρά με τα υποκείμενα σφάλματα. Αυτού του τύπου τα μοντέλα εφαρμόζονται ως επι το πλείστον σε μη γραμμικές χρονοσειρές, ενώ διακρίνονται σε δύο κατηγορίες. Η μία εμπεριέχει τις χρονοσειρές οι οποίες είναι μη-γραμμικές ως προς το μέσο, ενώ η άλλη εμπεριέχει τις χρονοσειρές που είναι μη-γραμμικές όσον αφορά τη διακύμανση. Τα κυριότερα μοντέλα είναι τα ακόλουθα (Brockwell and Davis, 2016):

- ARCH–Αυτοπαλινδρομούμενο μοντέλο με δεσμευμένη ετεροσκεδαστικότητα
- GARCH-Γενικευμένη υπό συνθήκη ετεροσκεδαστικότητα.
- EGARCH-Εκθετική γενικευμένη υπό συνθήκη μεταβλητότητα.
- TAR-Αυτοπαλίνδρομο υπόδειγμα κατωφλίου.
- NMA-Μη γραμμικός κινητός μέσος όρος
- NARMA(p,q)-Μη γραμμικός αυτοπαλινδρομικός κινητός μέσος όρος

3.5 Μεθοδολογία

Στη παρούσα μελέτη θα πραγματοποιηθεί η μελέτη μέσω χρονοσειρών της ροής των αποβλήτων που αφορούν τη γενικότερη περιοχή των Χανίων στην Κρήτη, αλλά και άλλων μακρινότερων περιοχών, όπως το Ηράκλειο, το Ρέθυμνο και τη Γαύδο. Το σύνολο των περιοχών μελέτης περιλαμβάνει τα Χανιά, την 115 ΠΜ, το Βάμο, το αεροδρόμιο Ελ. Βενιζέλος, το λιμάνι Χανίων και Σούδας, Ακρωτηρίου, ΕΜΑΚ, ΔΕΥΑΧ, Κισσάμου, Ιναχωρίου, Πλατανιάς κ.λ.π.

Τα δεδομένα που σχετίζονται με τη περιοχή μελέτης δόθηκαν από υπάλληλο της αντίστοιχης υπηρεσίας. Τα δεδομένα μελέτης αντιστοιχούν στο χρονικό διάστημα 5 ετών, δηλαδή από το 2017 έως 2021 και είναι μηνιαίες αναφορές. Οι κατηγορίες υλικών που μελετήθηκαν είναι οι ακόλουθες:

- Σύμμεικτο
- Ανακυκλώσιμα υλικά
- Ογκώδη υλικά
- Πράσινα απορρίμματα
- Χώματα και πέτρες
- Γυαλί
- Ηλεκτρικές συσκευές

Οι χρονοσειρές σχηματίστηκαν μέσω του excel. Οι πληροφορίες που δόθηκαν ήταν σε ημερήσια βάση. Συνεπώς, προσδιορίστηκαν οι μηνιαίες τιμές των υλικών και στη συνέχεια ακολούθησε η επεξεργασία αυτών.

Είναι αναγκαίο να αναφερθεί ότι σε αυτές τις περιοχές δεν δύναται να πραγματοποιηθεί τουλάχιστον μηνιαία συγκομιδή των υλικών είτε εξαιτίας του μικρού μόνιμου πληθυσμού είτε λόγω της δυσκολίας πρόσβασης σε αυτές καθώς και για κάποιους άλλους λόγους που θα αναφερθούν παρακάτω.

3.6 Αποτελέσματα – Συζήτηση

Σύμφωνα με τα δεδομένα που δόθηκαν δεν ήταν εφικτή η δυνατότητα της μοντελοποίησης, διότι σε πολλές περιοχές συγκομιδής των υλικών δεν υπήρχε μηνιαία ροή μέσα στο χρονικό διάστημα που μελετάται, δηλαδή 2017 – 2021.

Επίσης, υπάρχουν μεταγενέστερες καταγραφές στα μεταγενέστερα έτη αλλά πάλι ασυνεχή. Τέλος το εύρος των περιοχών δεν είναι μεγάλο σε αριθμό.

Στην κατηγορία ογκώδη υλικά παρατηρούνται τα ίδια , όπως στις παραπάνω ομάδες. Δηλαδή μικρός αριθμός δεδομένων και περιοχών συλλογής καθώς και ασυνέχεια στα καταγεγραμμένα δεδομένα. Η μόνη διαφορά είναι ότι η διαδικασία διαχωρισμού αυτής της ομάδας ξεκίνησε από το 2017, όμως σε πολύ μικρό ποσοστό.

Εντούτοις στις υπόλοιπες κατηγορίες υπήρχε μηνιαία καταγραφή πενταετίας με αποτέλεσμα να μπορέσει να πραγματοποιηθεί χρονοσειρά. Συγκεκριμένα στις ομάδες Γυαλί και Πράσινα απορρίμματα είχαν από μία τέτοια περιοχή , ενώ τα Ανακυκλώσιμα και το Σύμμεικτο είχαν πλήρη καταγραφή δεδομένων για 2-3 χρόνια στην περιοχή των Χανίων. Όπως φαίνεται και στους παρακάτω πίνακες στο Γυαλί και στα Πράσινα τα Χανιά είναι η μόνη περιοχή που διαθέτει τις προδιαγραφές της εργασίας. Επιπρόσθετα οι περιοχές Αποκόρωνα, Κισσάμου, Πλατανιά, Ρεθύμνου και Χανίων καθώς και οι Ελ. Βενιζέλου, Κισσάμου, Κολυμπαρίου, Σφακίων, Πλατανιά και Μαραθίου αντιστοιχούν στις ομάδες ανακυκλώσιμα και σύμμεικτο.

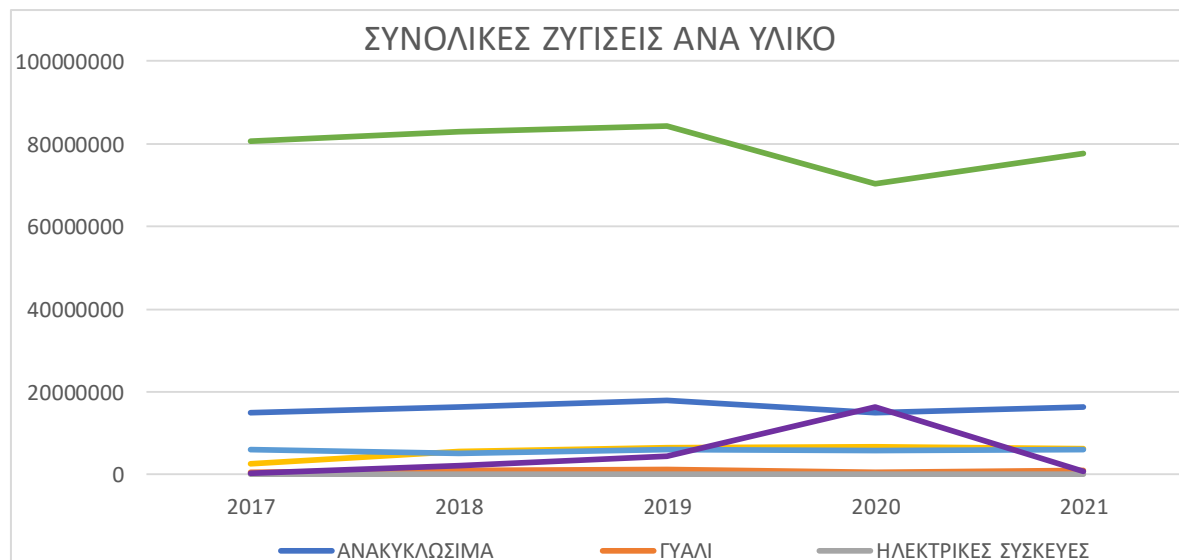
Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω στις περισσότερες περιοχές δεν υπάρχει μία μηνιαία καταγραφή ροής των υλικών που μελετήθηκαν. Αυτό μπορεί να προκύπτει από το γεγονός ότι η ιδέα της ανακύκλωσης και του διαχωρισμού των υλικών γενικότερα στην αρχική πηγή δεν έχει ακόμη γίνει στάση όλων των πολιτών, είτε γιατί αυτές οι περιοχές δεν έχουν μεγάλο αριθμό μόνιμων κατοίκων με αποτέλεσμα να μην είναι αναγκαία η τακτική συγκομιδή των προαναφερθέντων υλικών.

Ακολουθούν οι Πίνακες και οι χρονοσειρές 2017- 2021 για τις περιοχές και τις ομάδες καθώς και ο συνοπτικός πίνακας των υλικών που έχουν ανακτηθεί από την περιοχή:

Πίνακας 3.1 Συνολικός πίνακας Ανακτημένων υλικών για το χρονικό διάστημα 2017-2021

	2017	2018	2019	2020	2021	Γενικό Άθροισμα
ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΑ	15.030.668	16.212.580	17.926.321	14.858.190	16.332.600	80.360.359
ΓΥΑΛΙ	622.610	887.610	1.098.870	612.800	1.007.810	4.229.700
ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ	19.712	22.036	20.975	9.091	43.612	115.426
ΟΓΚΩΔΗ	2.525.856	5.448.361	6.438.205	6.755.350	6.333.327	27.501.099
ΠΡΑΣΙΝΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ	5.970.348	5.141.067	6.090.242	5.807.458	5.916.452	28.925.567
ΣΥΜΕΙΚΤΟ	80.732.747	83.006.840	84.307.365	70.377.920	77.613.997	396.038.869
ΧΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΕΤΡΕΣ	386.534	2.157.470	4.408.045	16.293.980	792.505	24.038.534
Γενικό Άθροισμα	105.288.475	112.875.964	120.290.023	114.714.789	108.040.303	561.209.554

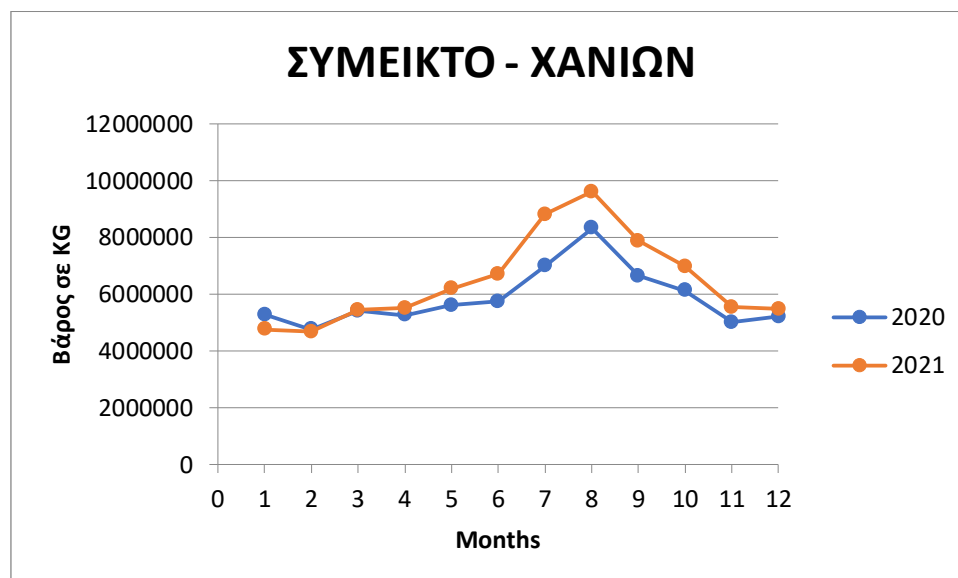
Γραφική παράσταση 3.1 Συνολικές ζυγίσεις υλικών ανά έτος 2017-2021



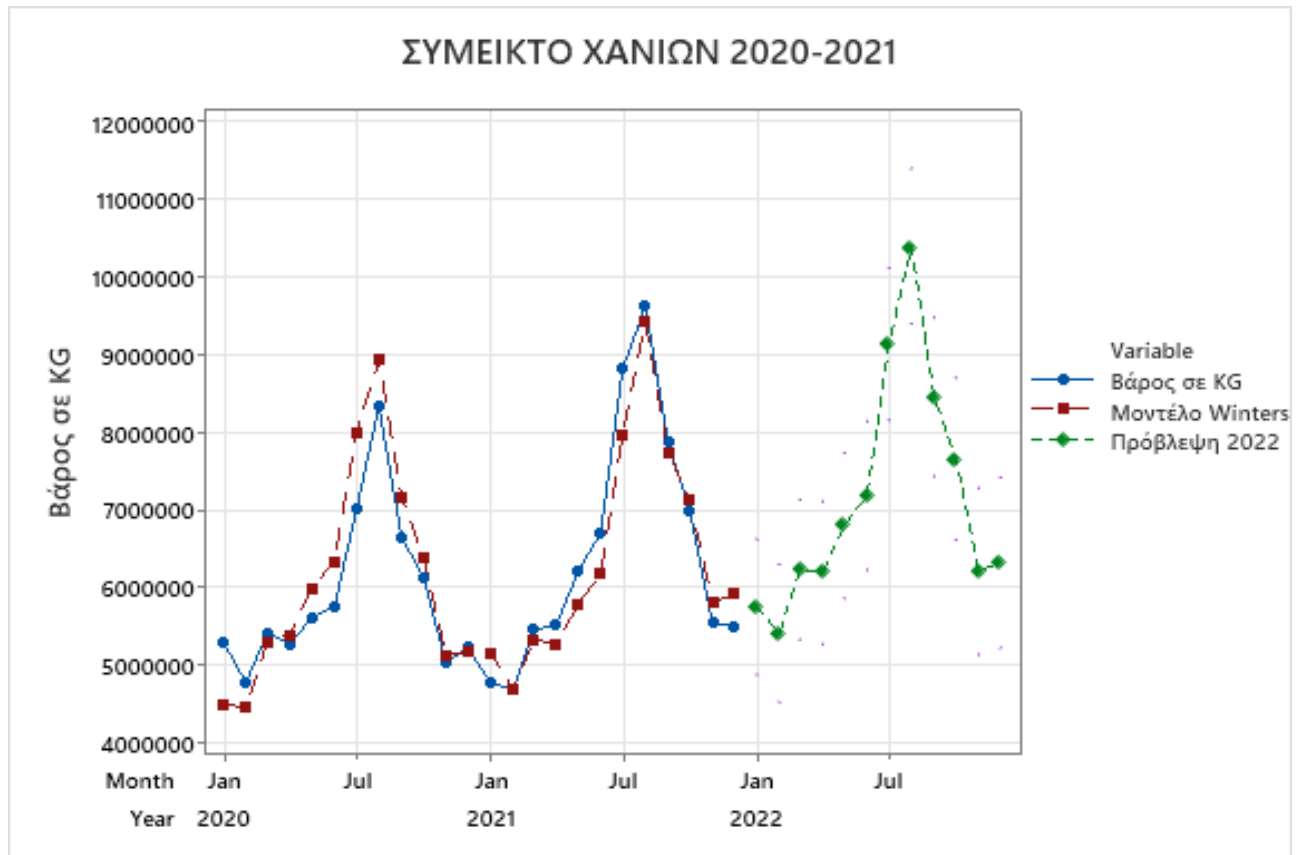
Πίνακας 3.2 Πίνακας Σύμεικτων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2020-2021 στη περιοχή Χανίων

	2020	2021
January	5278270	4765261
February	4765290	4668772
March	5410386	5444638
April	5261294	5509174
May	5601660	6196606
June	5743765	6700913
July	6995016	8808492
August	8323584	9613805
September	6640510	7884992
October	6124900	6976134
November	5018840	5542114
December	5214405	5480506

Γραφική παράσταση 3.2 Γράφημα διασποράς Σύμεικτων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2020-2021 στη περιοχή Χανίων



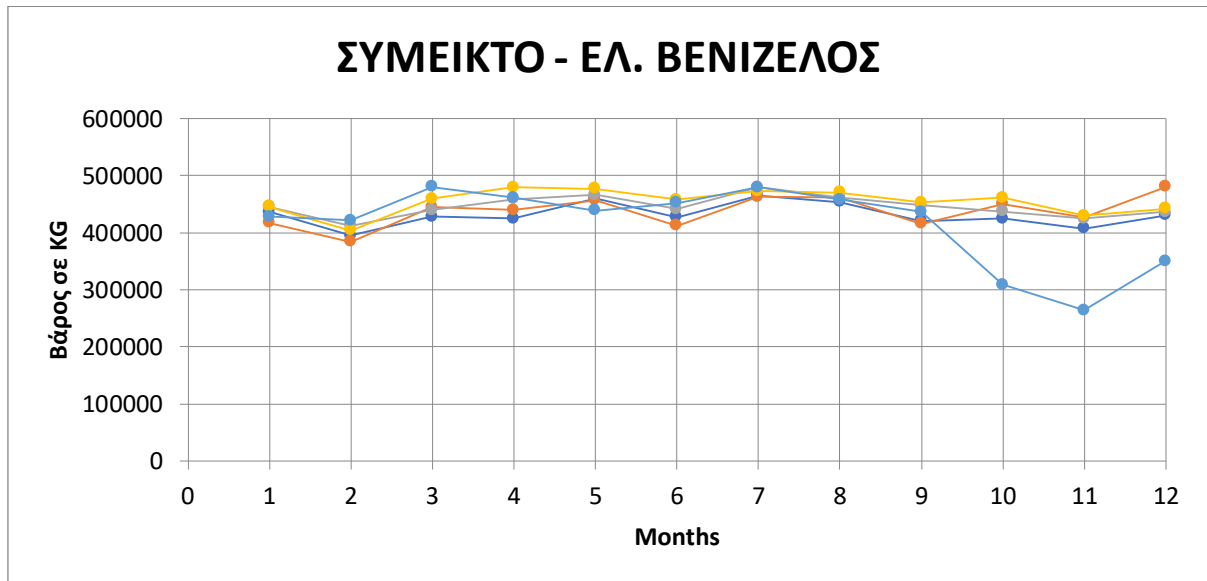
Γραφική παράσταση χρονοσειράς 3.2.1 Γράφημα χρονοσειράς Σύμεικτων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2020-2021 στη περιοχή Χανίων



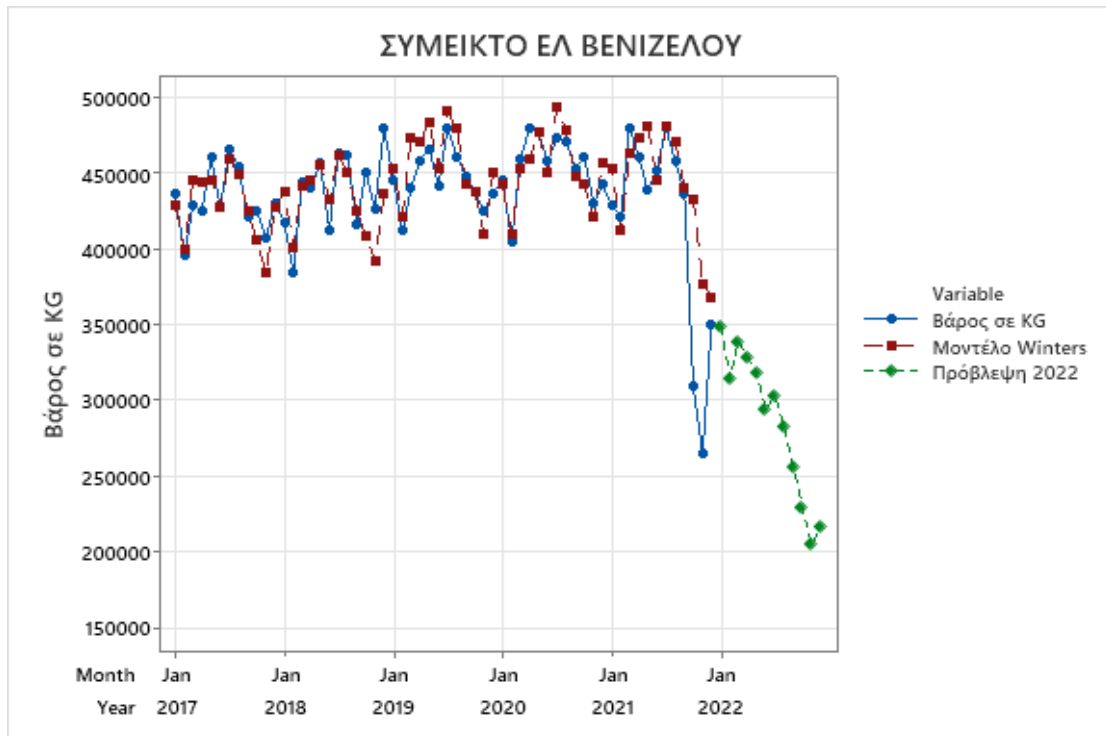
Πίνακας 3.3 Πίνακας Σύμεικτων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή ΕΛ. Βενιζέλου

	2017	2018	2019	2020	2021
January	436242	417766	446011	445382	428486
February	395396	384168	412412	404554	421585
March	428350	444468	439940	459717	480452
April	425425	440241	458855	479618	461205
May	460690	457245	466017	476899	439262
June	427259	412836	441708	458532	452448
July	465561	463531	479773	473300	479958
August	454258	461497	461346	470753	458419
September	421020	415897	447948	453308	436518
October	424672	450997	437495	461306	308809
November	407243	426601	424658	430282	264684
December	430705	480250	436844	442539	350264

Γραφική παράσταση 3.3 Γράφημα διασποράς Σύμεικτων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Ελ. Βενιζέλου



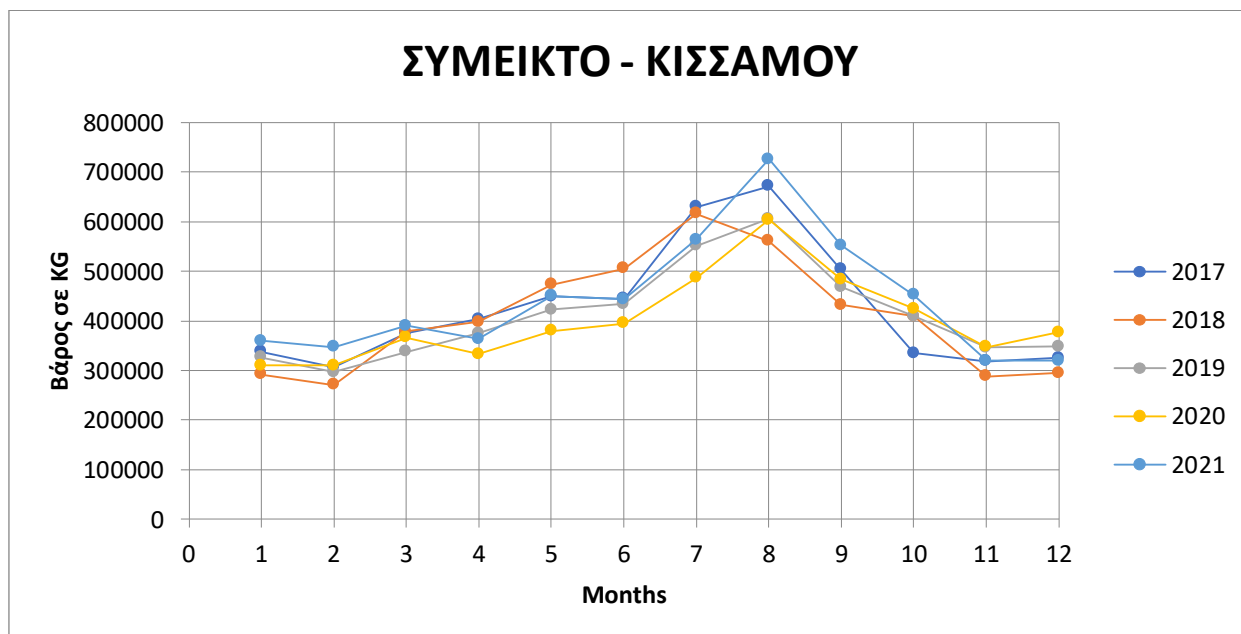
Γραφική παράσταση χρονοσειράς 3.3.1 Γράφημα χρονοσειράς Σύμεικτων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Ελ. Βενιζέλου



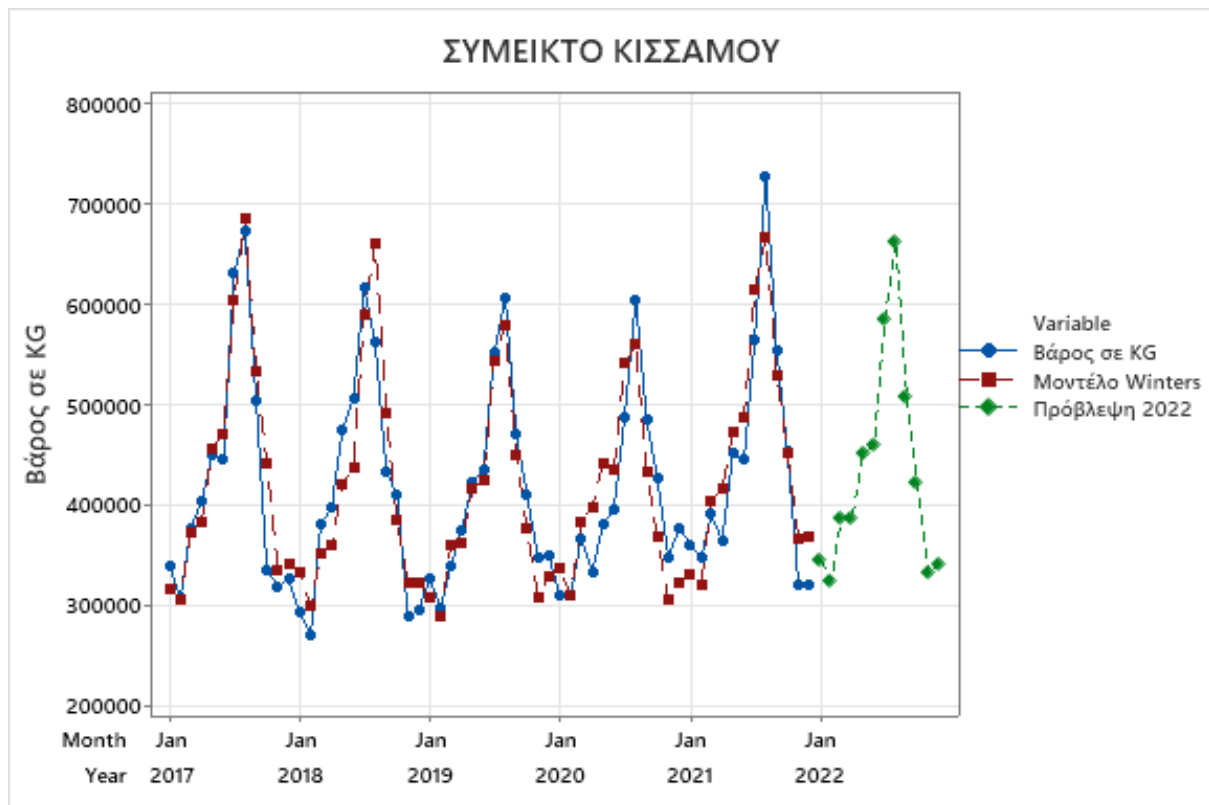
Πίνακας 3.4 Πίνακας Σύμεικτων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Κισσάμου

	2017	2018	2019	2020	2021
January	337830	292010	326140	310070	360150
February	306280	270770	297040	309550	347260
March	375490	379250	337520	366610	389710
April	403470	397380	374530	332810	364120
May	449000	473180	422200	379940	450250
June	444750	505630	433830	395040	443810
July	629640	616300	551350	486820	563450
August	672080	561430	605770	603460	726290
September	503890	432690	468810	484220	552340
October	334920	409620	409750	425070	452410
November	318650	288350	346060	347290	319660
December	325640	294840	348390	376530	320190

Γραφική παράσταση 3.4 Γράφημα διασποράς Σύμεικτων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Κισσάμου



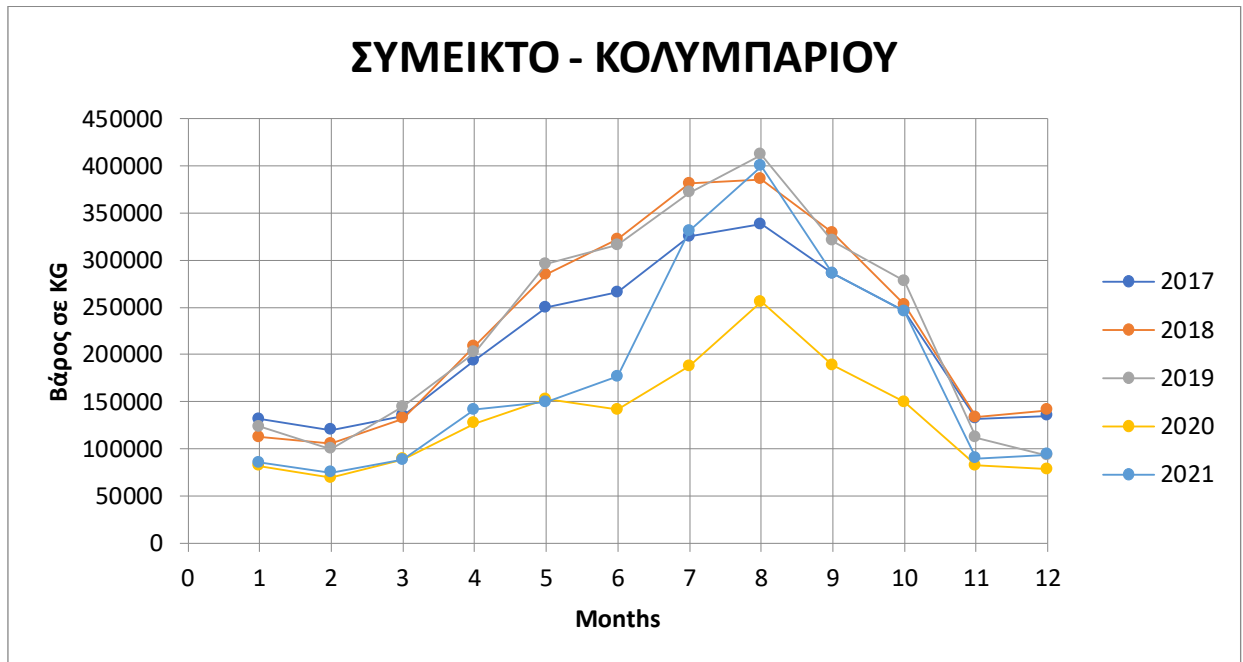
Γραφική παράσταση χρονοσειράς 3.4.1 Γράφημα χρονοσειράς Σύμεικτων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Κισσάμου



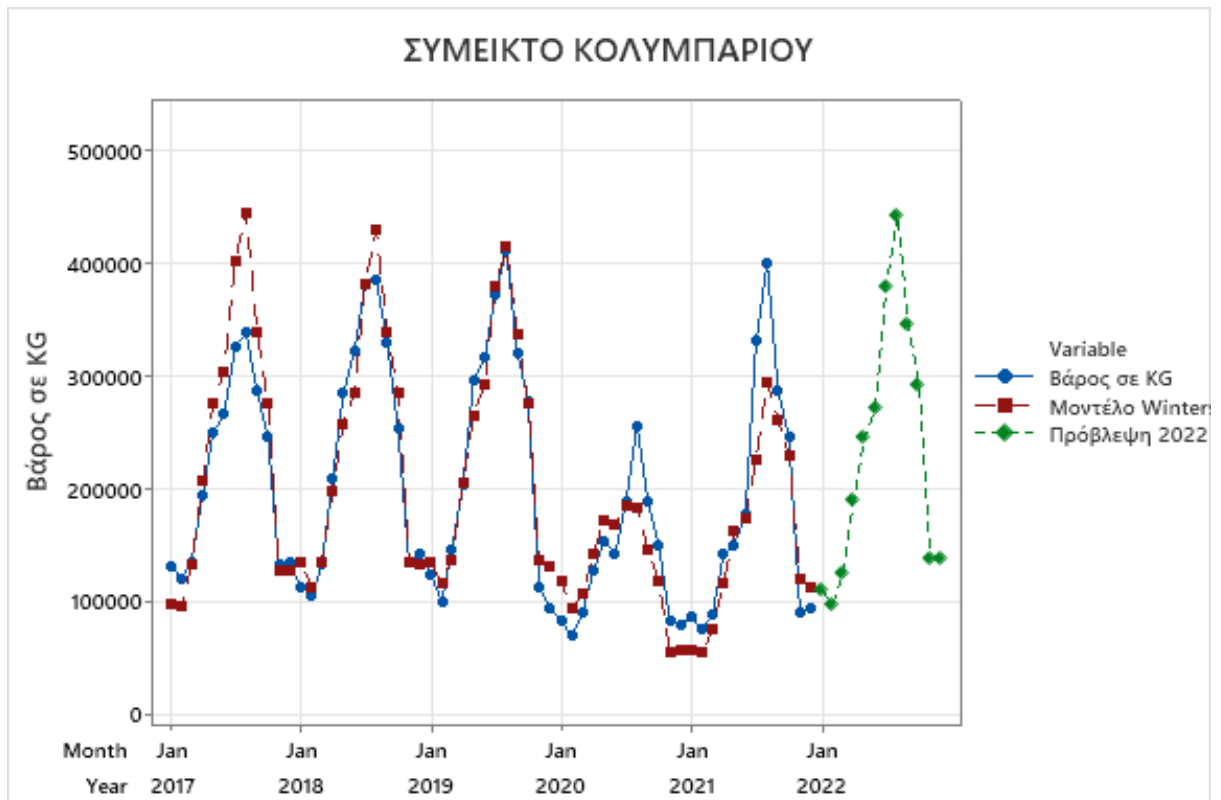
Πίνακας 3.5 Πίνακας Σύμεικτων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Κολυμπαρίου

	2017	2018	2019	2020	2021
January	131410	112190	123480	81740	85520
February	119810	105380	99750	69110	74710
March	134820	131810	144650	88880	88600
April	193647	208493	202387	127106	141811
May	249794	284985	296093	152686	149844
June	265899	321995	316062	141682	176574
July	325019	381316	371826	187861	330913
August	337998	385584	411653	256000	399863
September	285933	329087	320568	188482	285978
October	246456	252613	277758	149627	245830
November	132190	133598	111890	82180	90010
December	135070	141170	93082	78330	93910

Γραφική παράσταση 3.5 Γράφημα διασποράς Σύμεικτων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Κολυμπαρίου



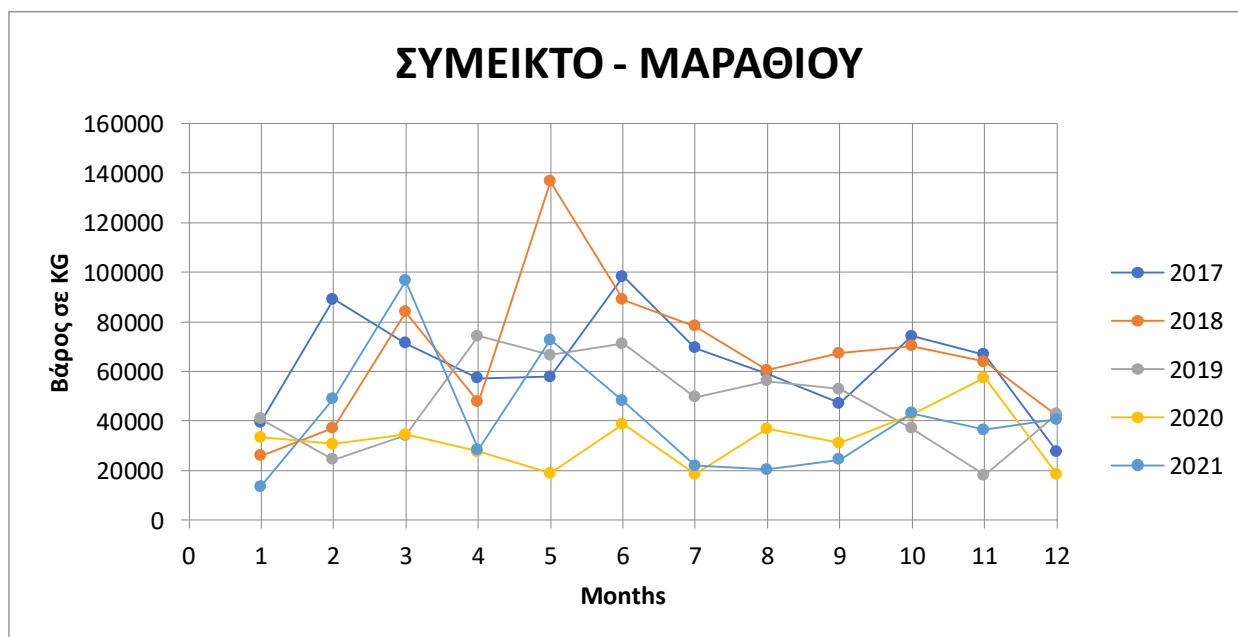
Γραφική παράσταση χρονοσειράς 3.5.1 Γράφημα χρονοσειράς Σύμεικτων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Κολυμπαρίου



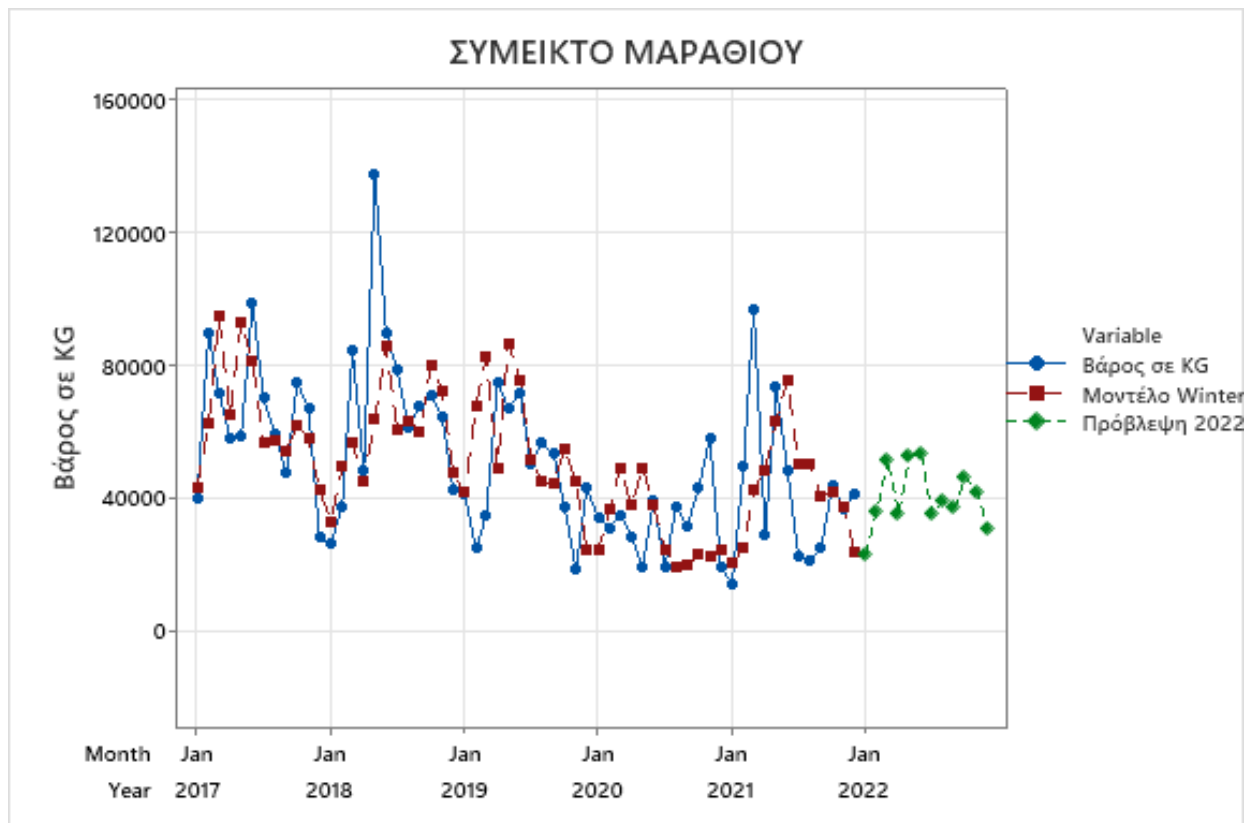
Πίνακας 3.6 Πίνακας Σύμεικτων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Μαραθίου

	2017	2018	2019	2020	2021
January	39550	25900	40840	33420	13630
February	89180	37200	24390	30610	49090
March	71400	84040	34120	34580	96540
April	57250	47740	74210	27780	28440
May	57940	136680	66620	18860	72800
June	98380	88960	71190	38847	48140
July	69520	78320	49620	18550	21990
August	59150	60560	56150	36860	20540
September	47210	67360	52800	31160	24460
October	74210	70210	37060	42540	43180
November	66760	63890	18090	57510	36470
December	27650	42250	42750	18600	40750

Γραφική παράσταση 3.6 Γράφημα διασποράς Σύμεικτων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Μαραθίου



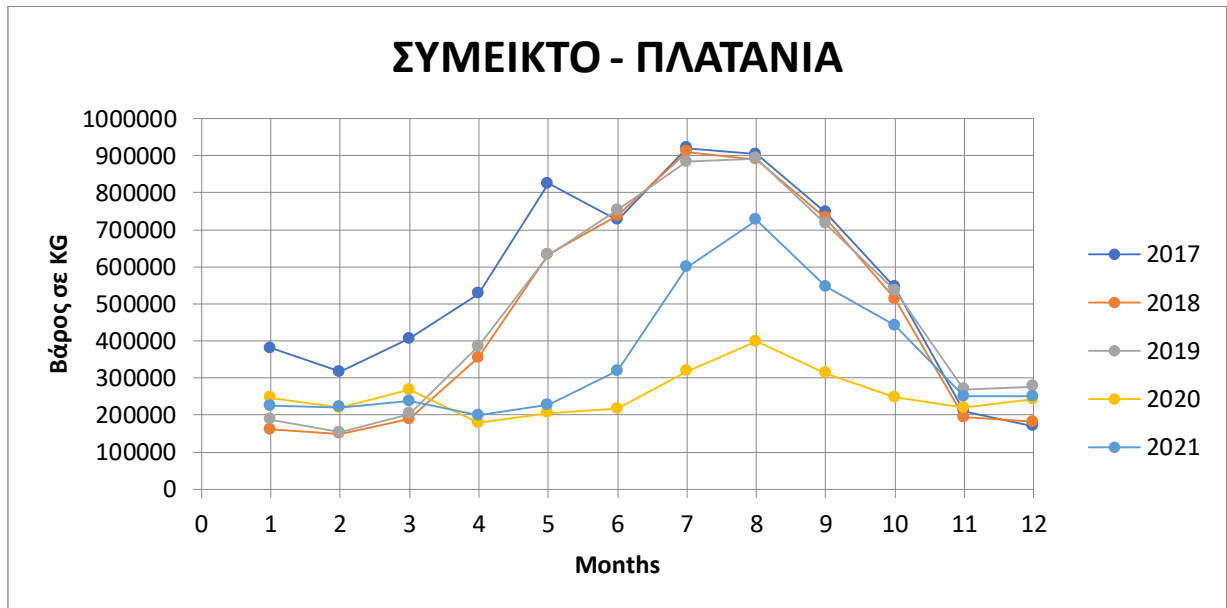
Γραφική παράσταση χρονοσειράς 3.6.1 Γράφημα χρονοσειράς Σύμεικτων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Μαραθίου



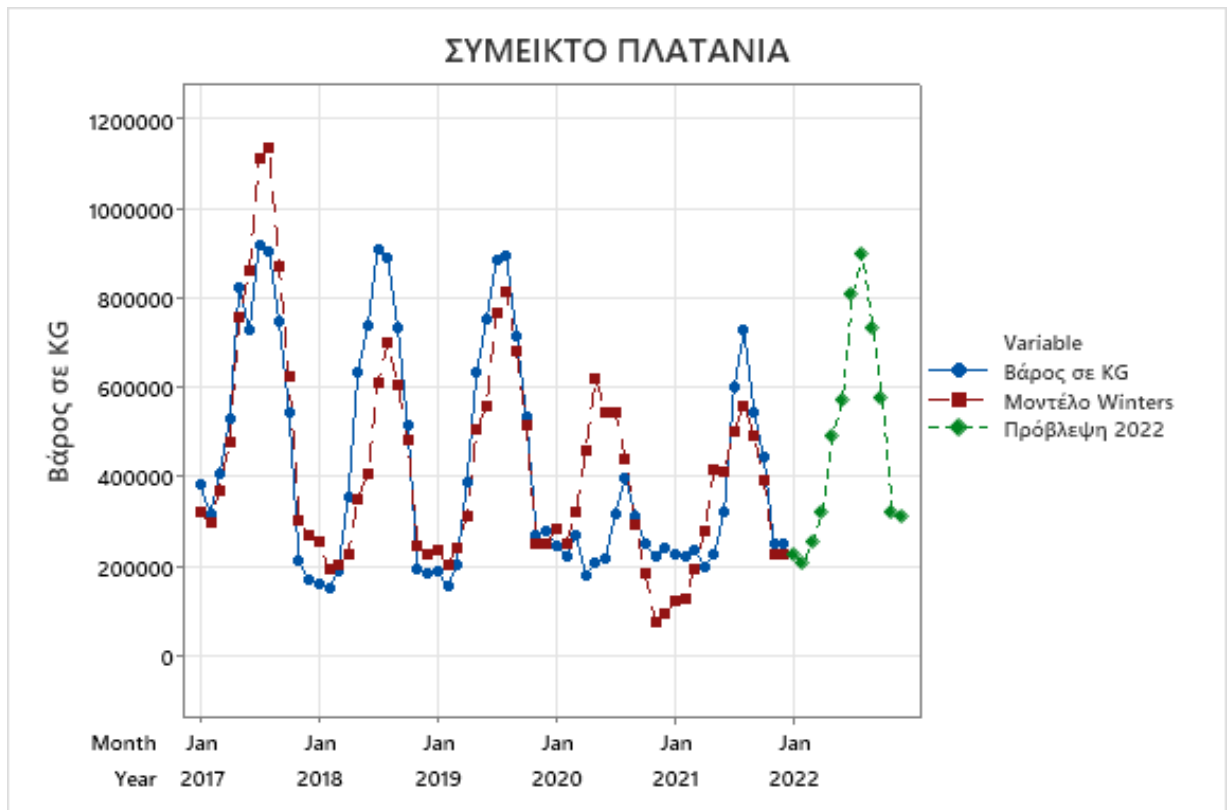
Πίνακας 3.7 Πίνακας Σύμεικτων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Πλατανιά

	2017	2018	2019	2020	2021
January	380280	160560	187340	246160	224110
February	316442	149460	153790	219530	221330
March	406170	189720	203480	268310	236890
April	527573	354390	385170	178850	198860
May	824346	634000	631870	205380	227340
June	726886	738491	753650	217840	319150
July	920230	910823	883530	318030	598700
August	903480	889360	892930	398060	726630
September	747150	731478	716710	312400	545930
October	544980	513930	536380	247470	442210
November	210550	193950	269660	220090	250260
December	169590	182010	276700	242450	250060

Γραφική παράσταση 3.7 Γράφημα διασποράς Σύμεικτων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Πλατανιά



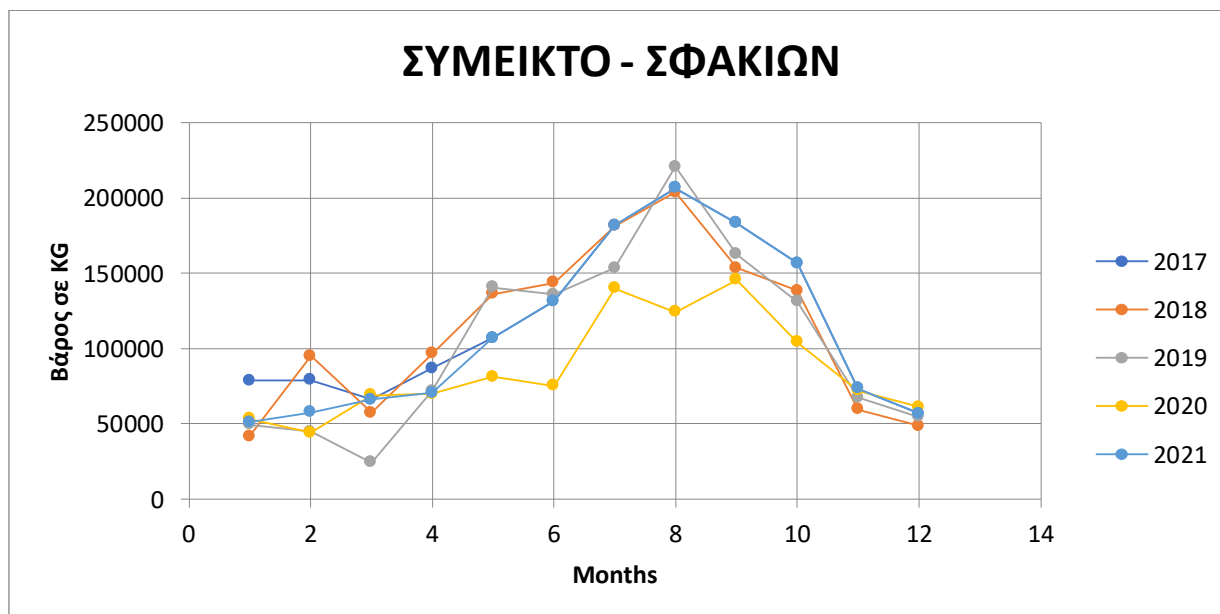
Γραφική παράσταση χρονοσειράς 3.7.1 Γράφημα χρονοσειράς Σύμεικτων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Πλατανιά



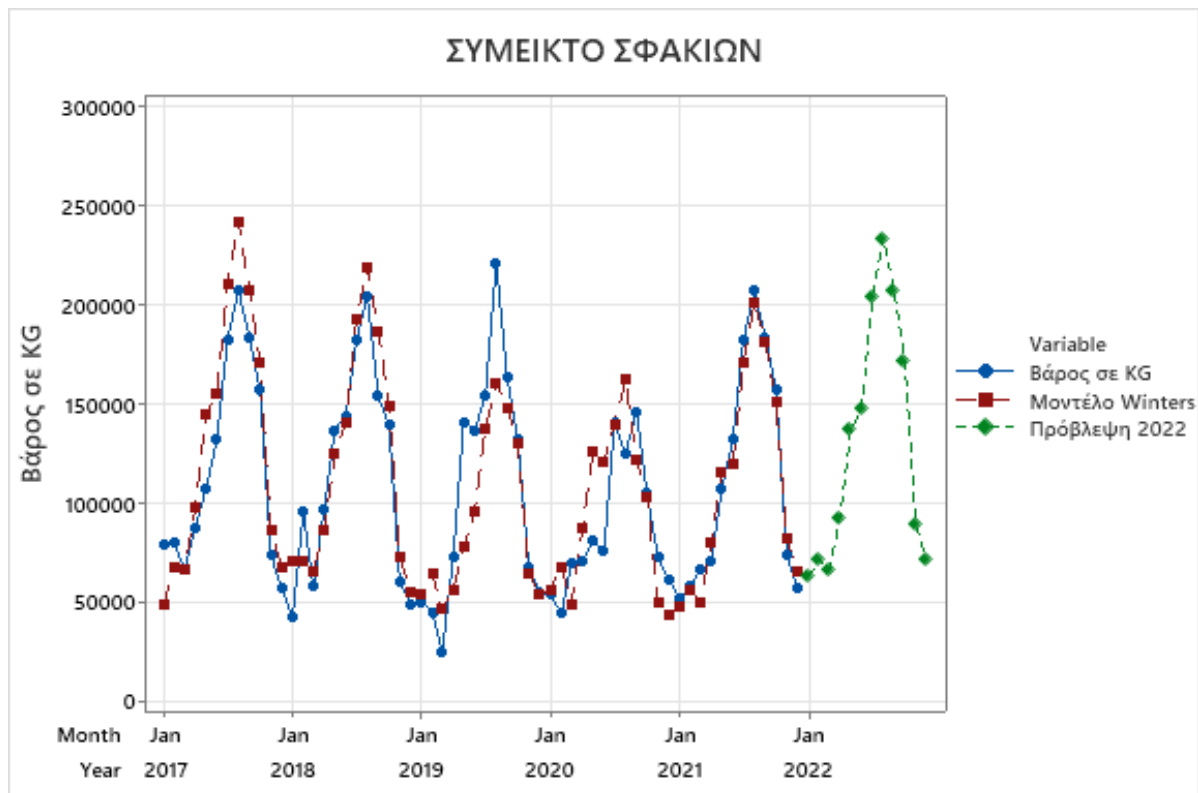
Πίνακας 3.8 Πίνακας Σύμεικτων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Σφακίων

	2017	2018	2019	2020	2021
January	78540	41820	49520	53210	51300
February	79160	94913	44650	44020	57660
March	66080	57314	24450	68950	66080
April	87030	96560	71920	69900	70370
May	106920	136228	140600	81050	106920
June	131400	143730	136085	75230	131400
July	181840	181320	153349	140000	181840
August	206480	203530	220800	124290	206480
September	183210	153535	162630	145700	183210
October	156690	138590	131280	104220	156690
November	73300	59570	67530	72060	73300
December	56820	48420	54480	61110	56820

Γραφική παράσταση 3.8 Γράφημα διασποράς Σύμεικτων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Σφακίων



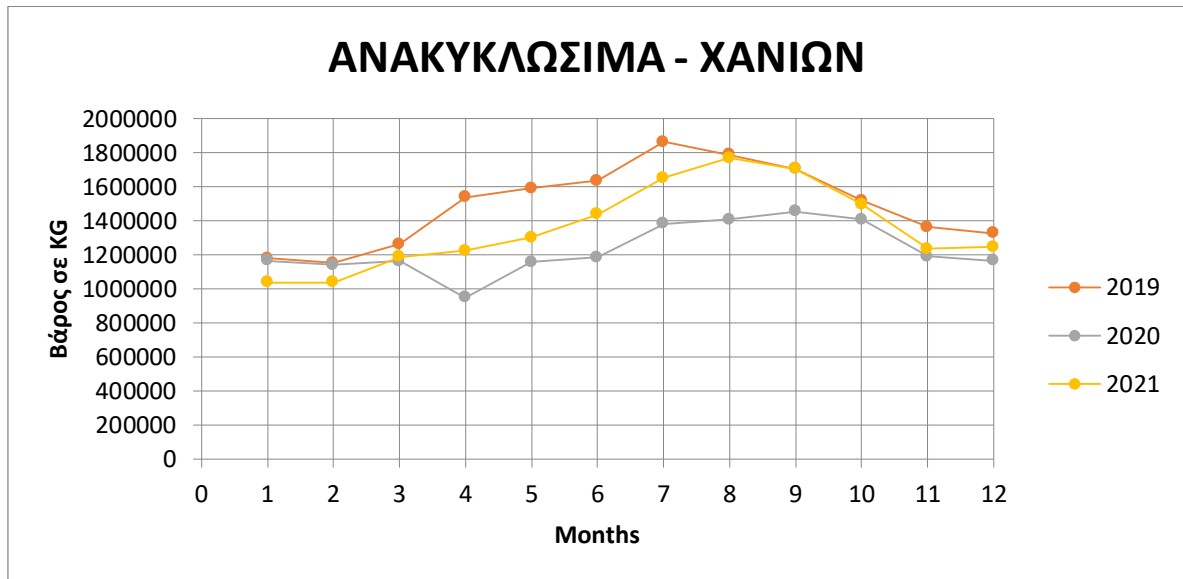
Γραφική παράσταση χρονοσειράς 3.8.1 Γράφημα χρονοσειράς Σύμεικτων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Σφακίων



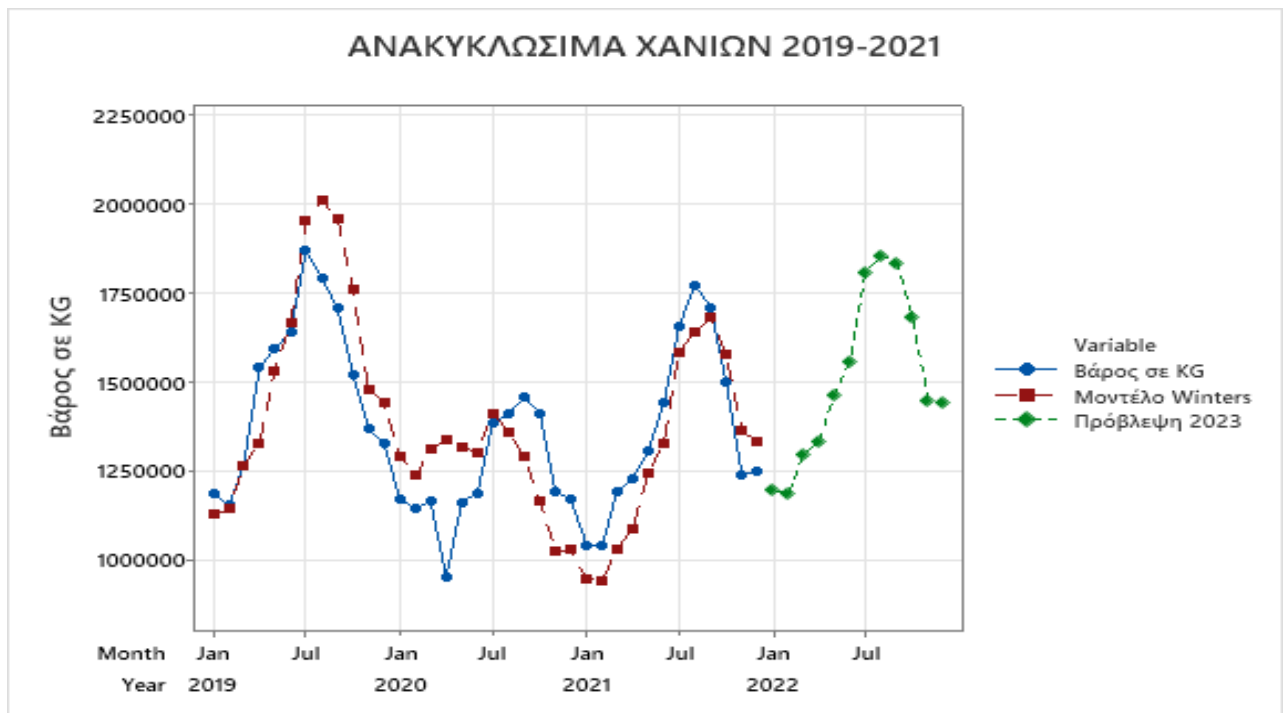
Πίνακας 3.9 Πίνακας Ανακυκλώσιμων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2019-2021 στη περιοχή Χανίων

	2019	2020	2021
January	1181220	1166380	1038320
February	1151338	1140550	1037960
March	1262940	1162040	1187300
April	1537780	949760	1223030
May	1590400	1157530	1301710
June	1635830	1185840	1437230
July	1864300	1382330	1651840
August	1788710	1406310	1769800
September	1704373	1454580	1705980
October	1518820	1408240	1497280
November	1364540	1190220	1234750
December	1326070	1166520	1245590

Γραφική παράσταση 3.9 Γράφημα διασποράς Ανακυκλώσιμων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2019-2021 στη περιοχή Χανίων



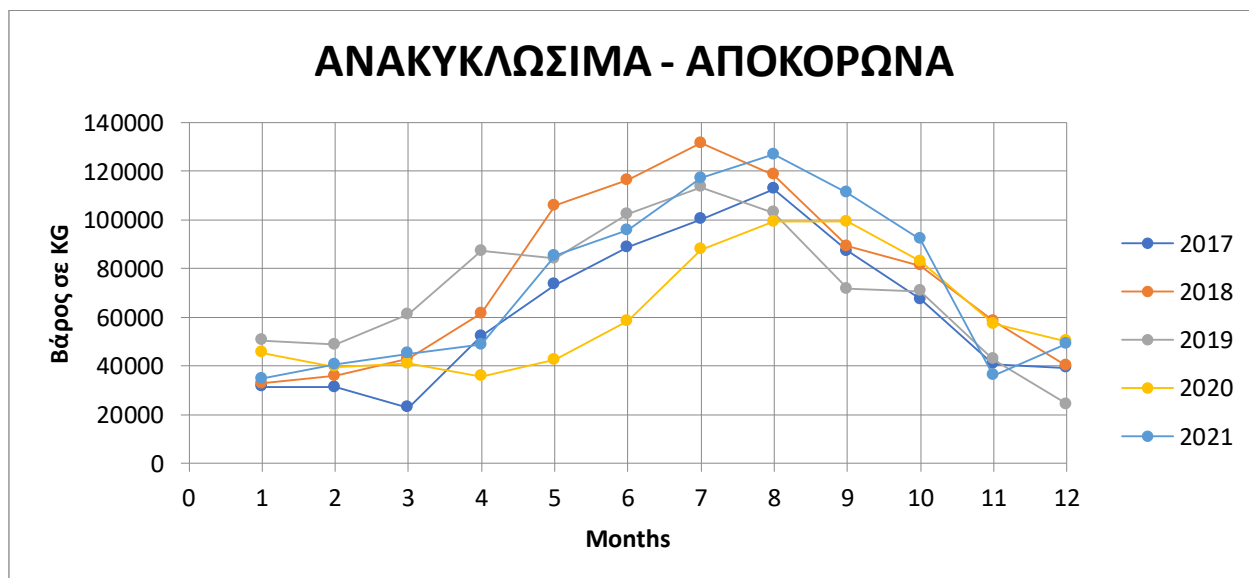
Γραφική παράσταση χρονοσειράς 3.9.1 Γράφημα χρονοσειράς Ανακυκλώσιμων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2019-2021 στη περιοχή Χανίων



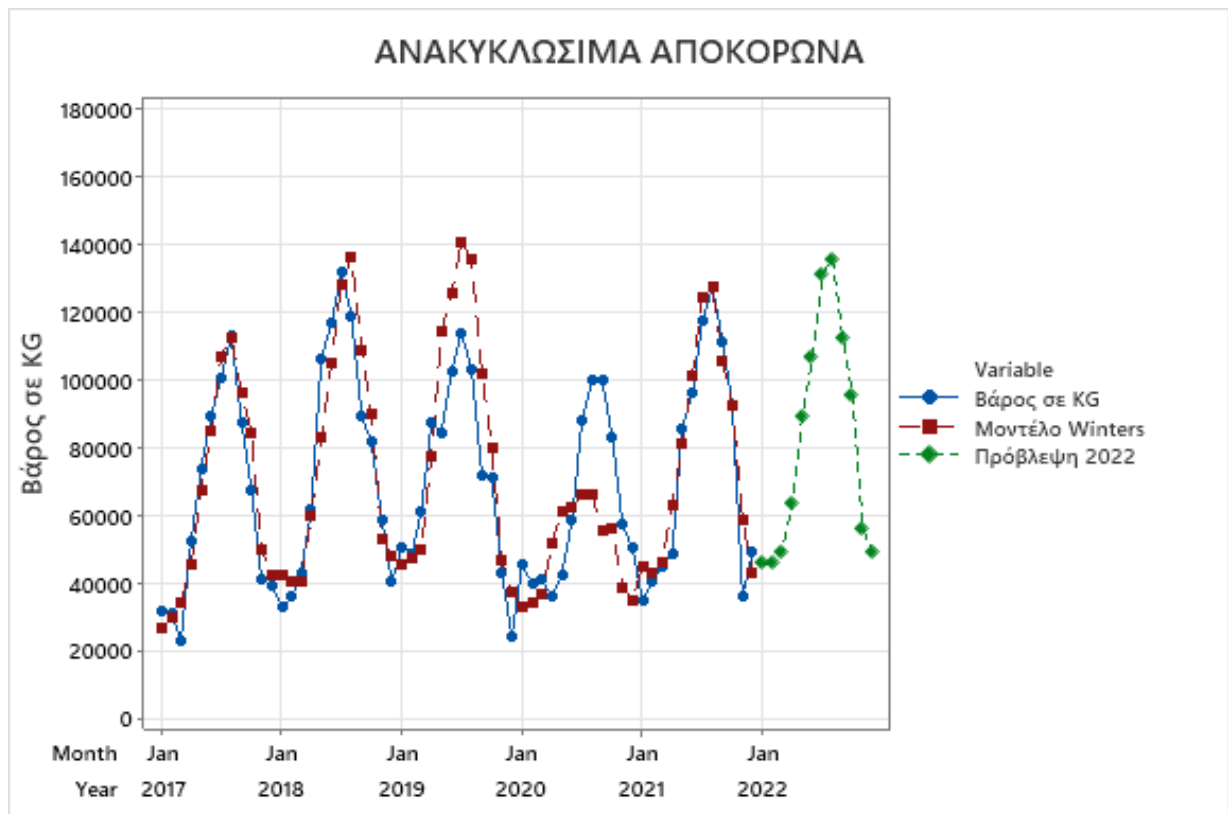
Πίνακας 3.10 Πίνακας Ανακυκλώσιμων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Αποκόρωνα

	2017	2018	2019	2020	2021
January	31400	32720	50540	45490	34650
February	31250	35780	48700	39570	40510
March	22840	42860	61090	40940	44990
April	52170	61590	87110	35740	48670
May	73400	105930	84190	42440	85230
June	88760	116390	102360	58370	95780
July	100260	131480	113550	87800	117160
August	112750	118520	103030	99410	126900
September	87340	89070	71670	99380	111150
October	67470	81270	70740	82860	92110
November	40760	58520	42650	57320	36060
December	39160	40040	24350	50140	49130

Γραφική παράσταση 3.10 Γράφημα διασποράς Ανακυκλώσιμων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Αποκόρωνα



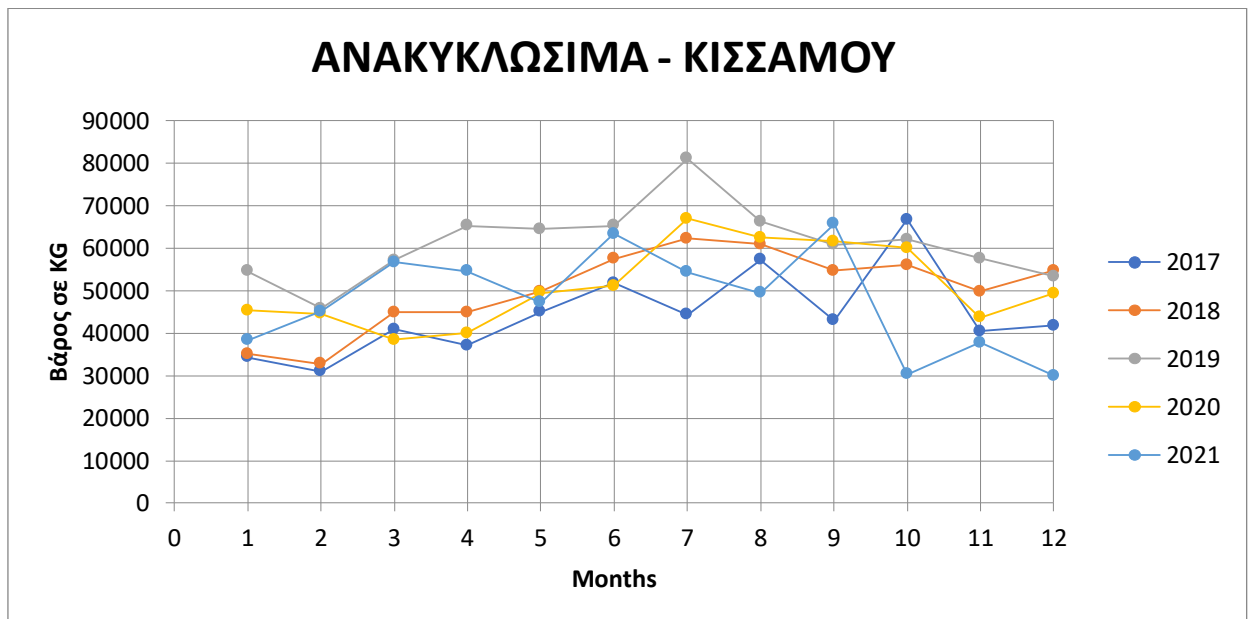
Γραφική παράσταση χρονοσειράς 3.10.1 Γράφημα χρονοσειράς Ανακυκλώσιμων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Αποκόρωνα



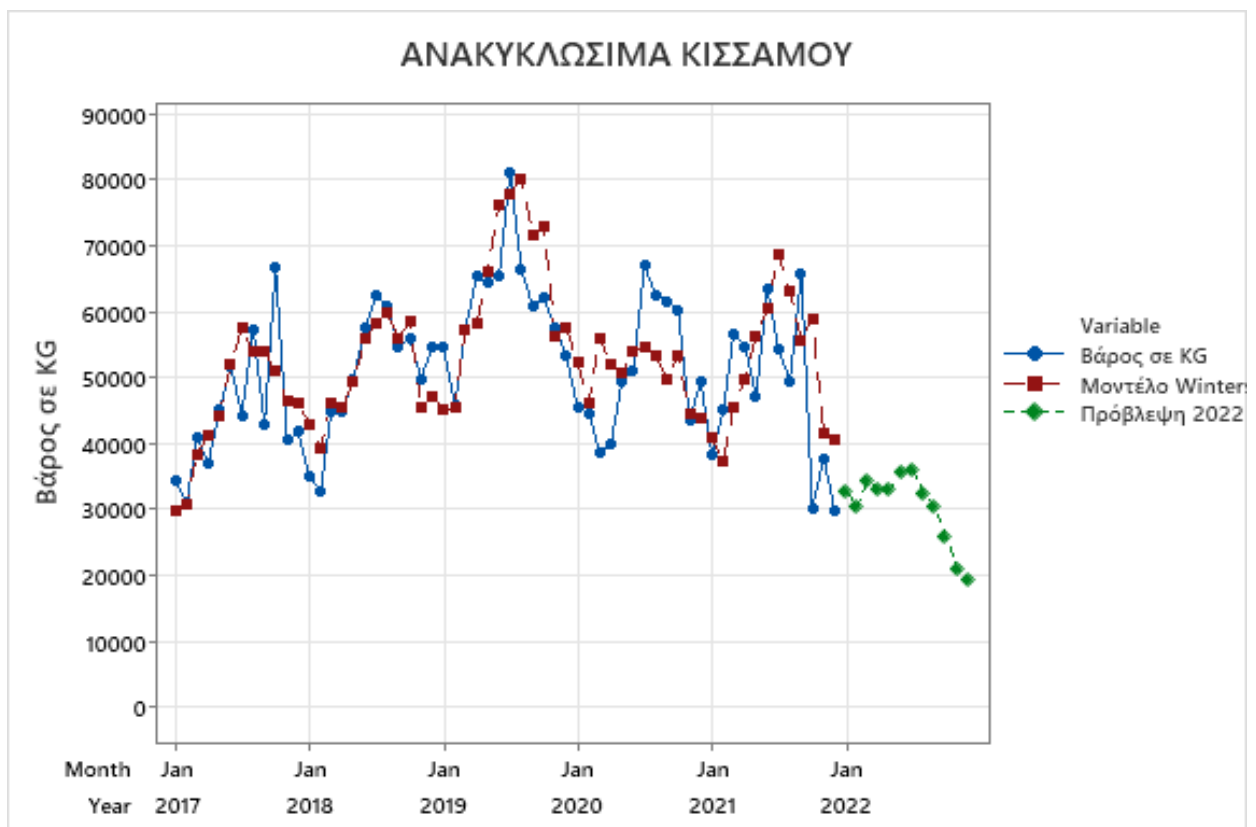
Πίνακας 3.11 Πίνακας Ανακυκλώσιμων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Κισσάμου

	2017	2018	2019	2020	2021
January	34370	35080	54540	45400	38330
February	31020	32780	45780	44610	45180
March	40930	44850	57100	38480	56710
April	37100	44930	65270	40040	54620
May	45010	49800	64440	49490	47250
June	51770	57440	65240	51180	63380
July	44330	62290	81080	66880	54410
August	57270	60930	66320	62520	49460
September	42970	54670	60830	61620	65730
October	66710	55980	62000	60070	30280
November	40440	49840	57590	43660	37730
December	41760	54680	53360	49400	29940

Γραφική παράσταση 3.11 Γράφημα διασποράς Ανακυκλώσιμων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Κισσάμου



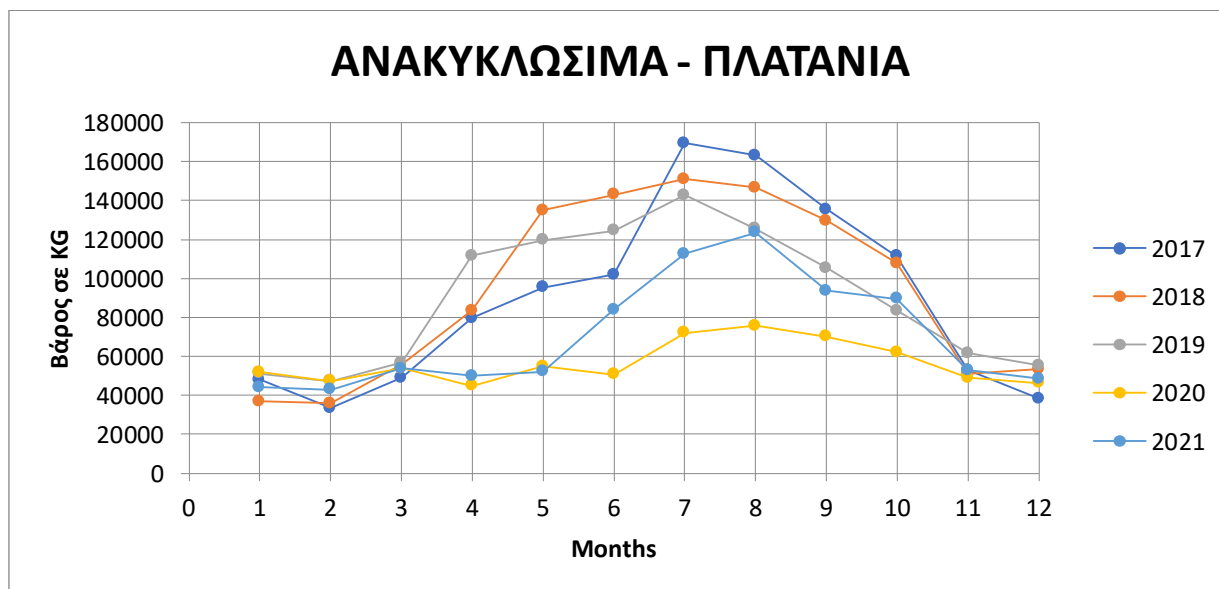
Γραφική παράσταση χρονοσειράς 3.11.1 Γράφημα χρονοσειράς Ανακυκλώσιμων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Κισσάμου



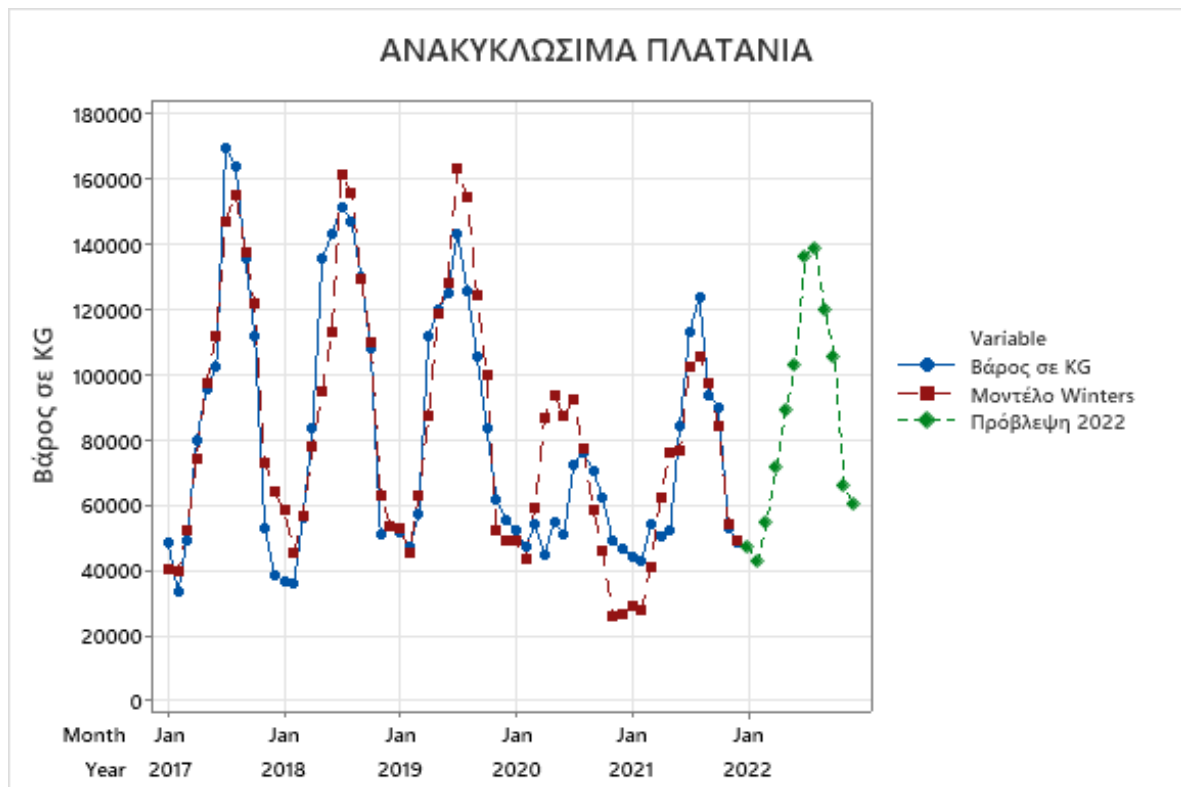
Πίνακας 3.12 Πίνακας Ανακυκλώσιμων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Πλατανιά

	2017	2018	2019	2020	2021
January	48177	36740	51220	51870	44260
February	33310	35830	47280	47230	42970
March	49115	55870	56790	53740	53740
April	79692	83600	111540	44850	50100
May	95356	135115	119640	54770	52202
June	101837	142920	124540	50650	84110
July	169323	151010	142902	72080	112490
August	163220	146690	125480	75850	123573
September	135345	129600	105470	70150	93606
October	111340	107630	83490	62000	89610
November	52754	50830	61740	48960	52780
December	38468	53230	55400	46390	48400

Γραφική παράσταση 3.12 Γράφημα διασποράς Ανακυκλώσιμων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Πλατανιά



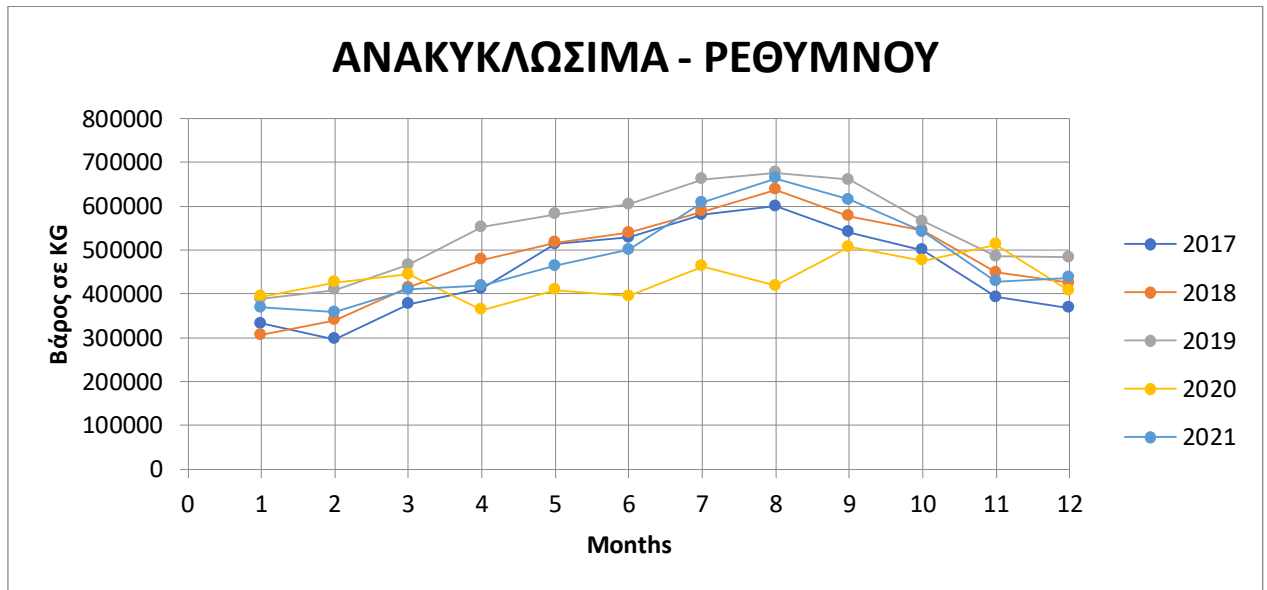
Γραφική παράσταση χρονοσειράς 3.12.1 Γράφημα χρονοσειράς Ανακυκλώσιμων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Πλατανιά



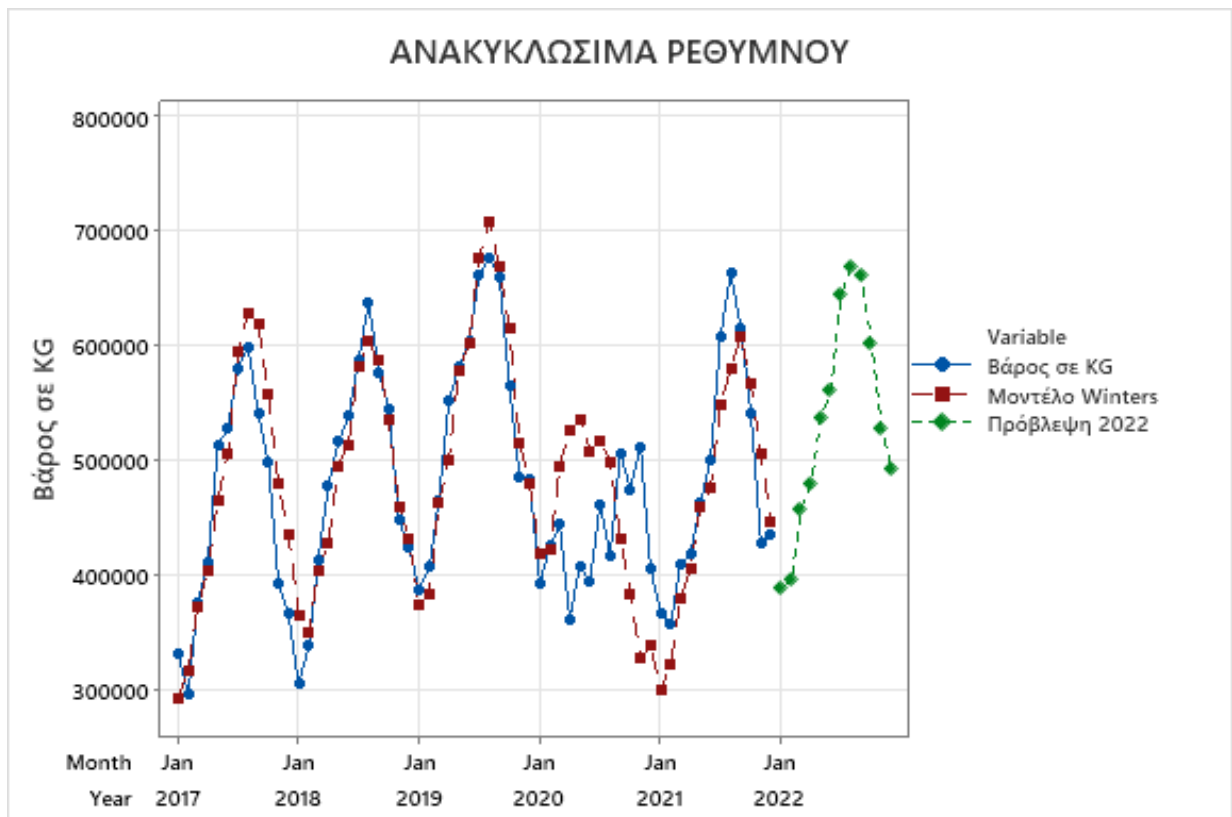
Πίνακας 3.13 Πίνακας Ανακυκλώσιμων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Ρεθύμνου

	2017	2018	2019	2020	2021
January	332890	306380	388080	393920	368590
February	297130	339840	409030	426270	357940
March	376960	413890	465790	444610	410350
April	412430	478250	552850	363170	419040
May	513210	517000	581710	409090	463630
June	529170	539060	603970	394800	500790
July	580130	587710	661540	462640	608630
August	599650	638290	676670	418660	663540
September	540860	577430	659970	507200	614980
October	499950	544840	565750	475760	542130
November	392910	449150	485690	512460	428600
December	367670	424890	483620	407110	436730

Γραφική παράσταση 3.13 Γράφημα διασποράς Ανακυκλώσιμων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Ρεθύμνου



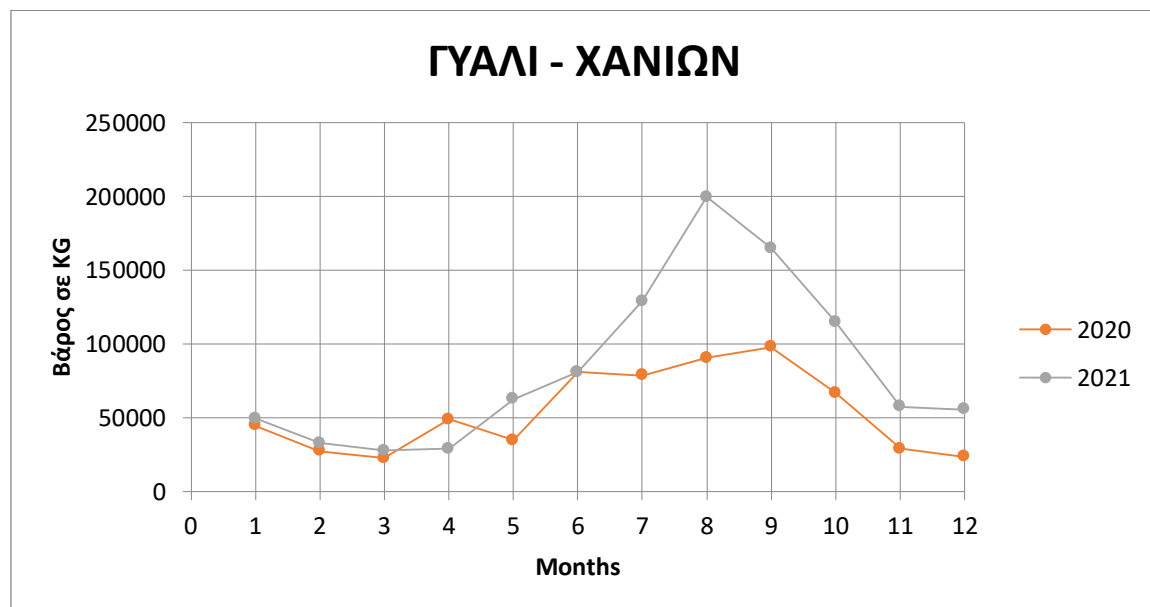
Γραφική παράσταση χρονοσειράς 3.13.1 Γράφημα χρονοσειράς Ανακυκλώσιμων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2017-2021 στη περιοχή Ρεθύμνου



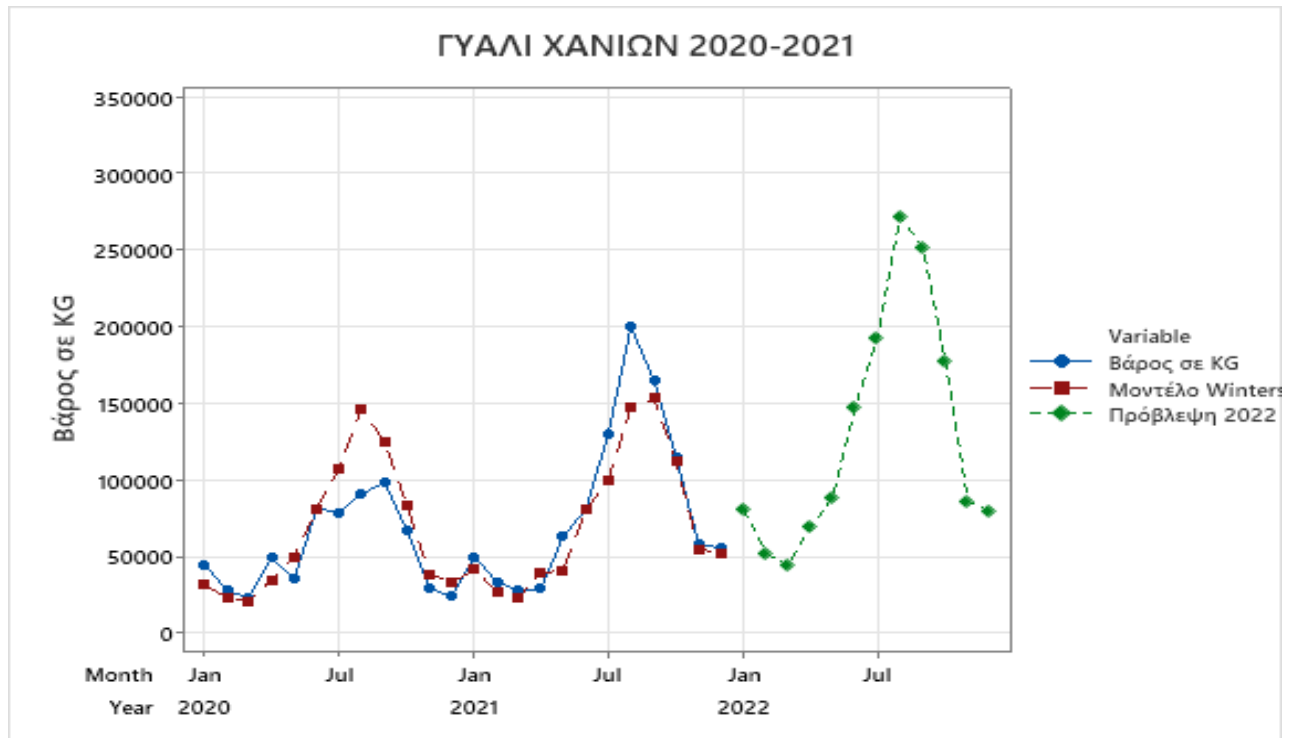
Πίνακας 3.14 Πίνακας Γυαλιών υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2020-2021 στη περιοχή Χανίων

	2020	2021
January	44460	49400
February	27240	32760
March	22370	27530
April	48910	28620
May	34680	62600
June	80720	80720
July	78470	129120
August	90330	199360
September	97860	164990
October	66810	114860
November	28920	57350
December	23380	55390

Γραφική παράσταση 3.14 Γράφημα διασποράς Γυαλιών υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2020-2021 στη περιοχή Χανίων



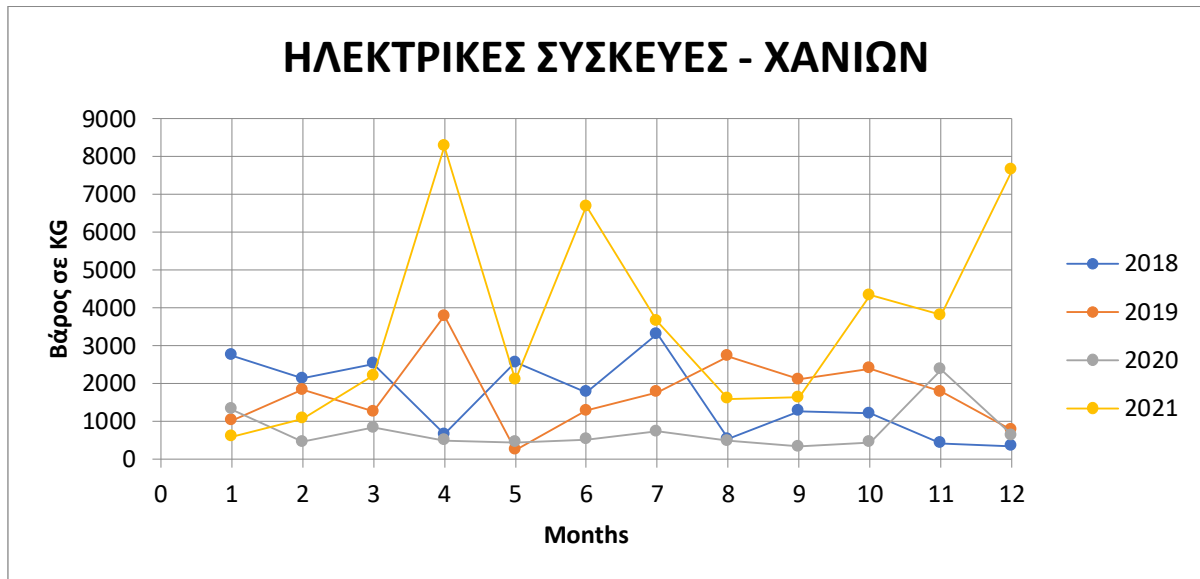
Γραφική παράσταση χρονοσειράς 3.14.1 Γράφημα χρονοσειράς Γυαλιών υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2020-2021 στη περιοχή Χανίων



Πίνακας 3.15 Πίνακας Ηλεκτρικών Συσκευών υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2018-2021 στη περιοχή Χανίων

	2018	2019	2020	2021
January	2748	1016	1325	597
February	2134	1834	460	1073
March	2525	1262	839	2207
April	659	3778	498	8273
May	2554	246	444	2095
June	1769	1288	526	6688
July	3310	1772	730	3646
August	534	2722	490	1599
September	1271	2110	327	1636
October	1214	2400	446	4335
November	421	1778	2369	3814
December	341	769	637	7649

Γραφική παράσταση 3.15 Γράφημα διασποράς Ηλεκτρικών Συσκευών υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2018-2021 στη περιοχή Χανίων



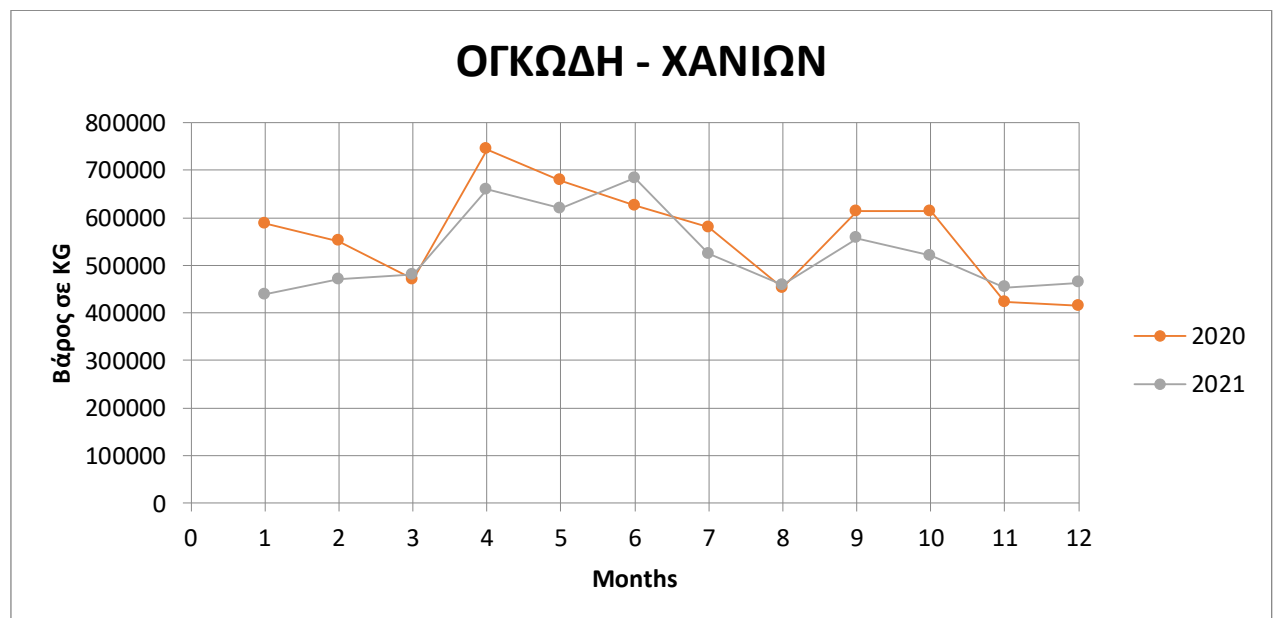
Γραφική παράσταση χρονοσειράς 3.15.1 Γράφημα χρονοσειράς Ηλεκτρικών Συσκευών υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2018-2021 στη περιοχή Χανίων



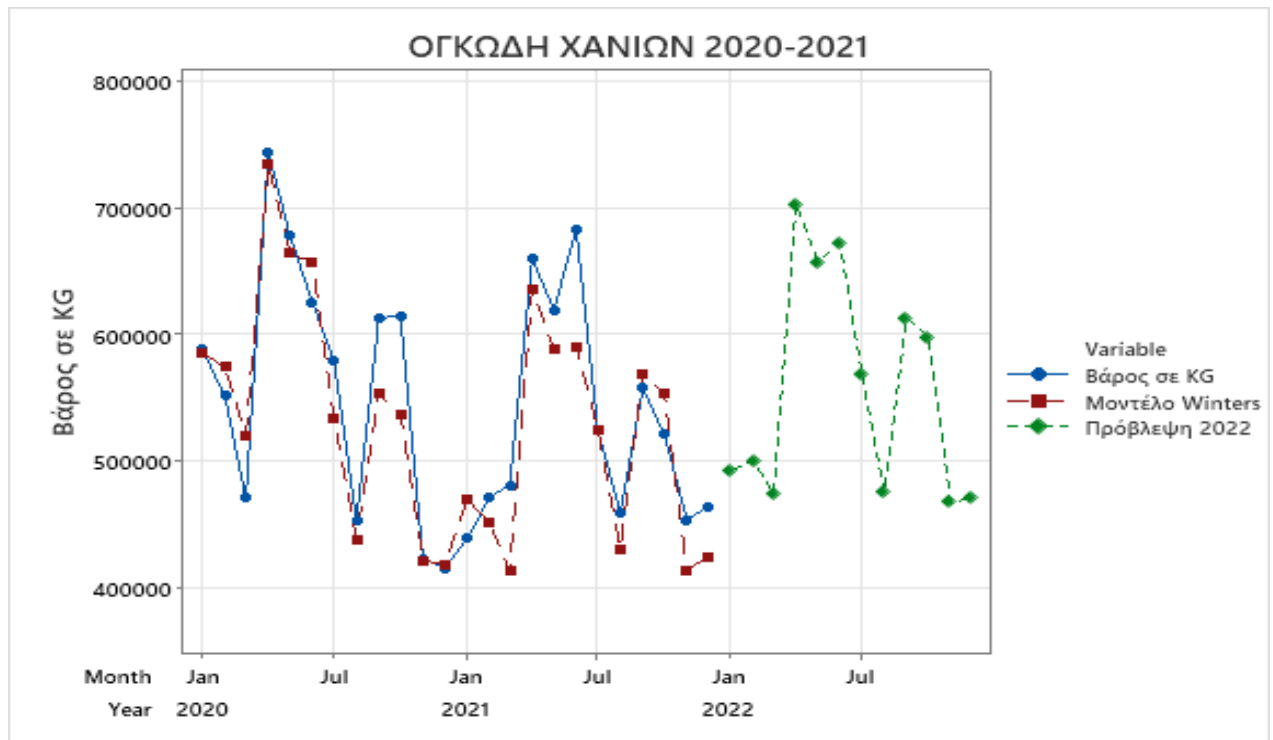
Πίνακας 3.16 Πίνακας Ογκώδη υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2020-2021 στη περιοχή Χανίων

	2020	2021
January	587964	438525
February	551234	471132
March	470629	480858
April	744306	659854
May	678182	619720
June	625468	682937
July	579905	524106
August	452748	458918
September	613377	557303
October	614200	520871
November	422406	453581
December	414931	463762

Γραφική παράσταση 3.16 Γράφημα διασποράς Ογκώδη υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2020-2021 στη περιοχή Χανίων



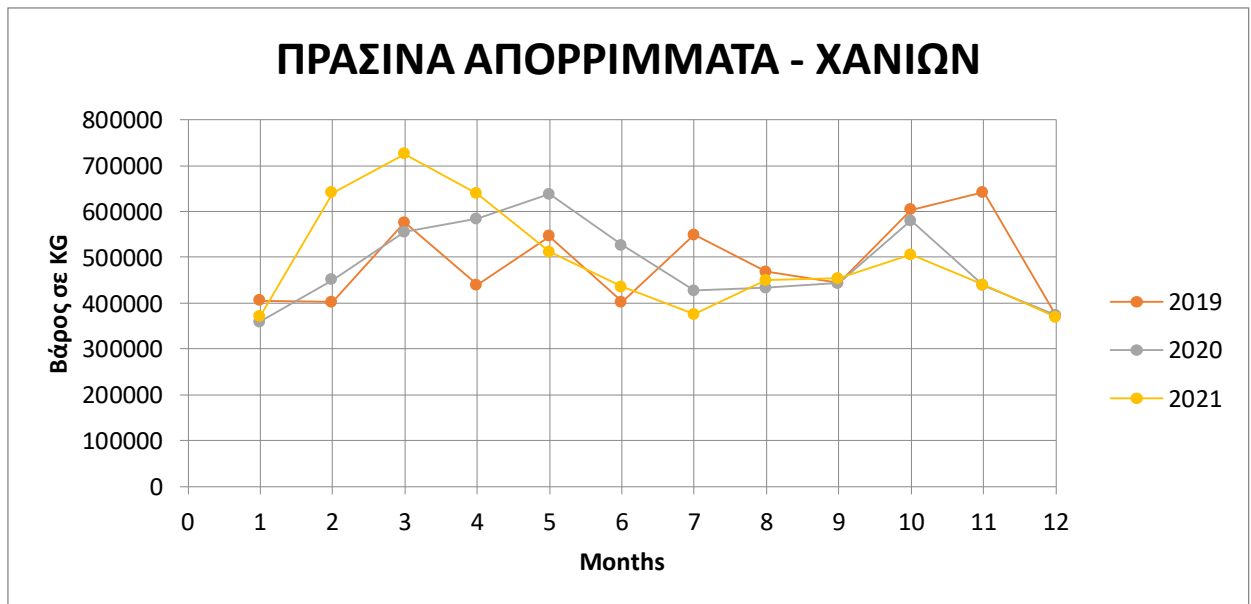
Γραφική παράσταση χρονοσειράς 3.16.1 Γράφημα χρονοσειράς Ογκώδη υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2020-2021 στη περιοχή Χανίων



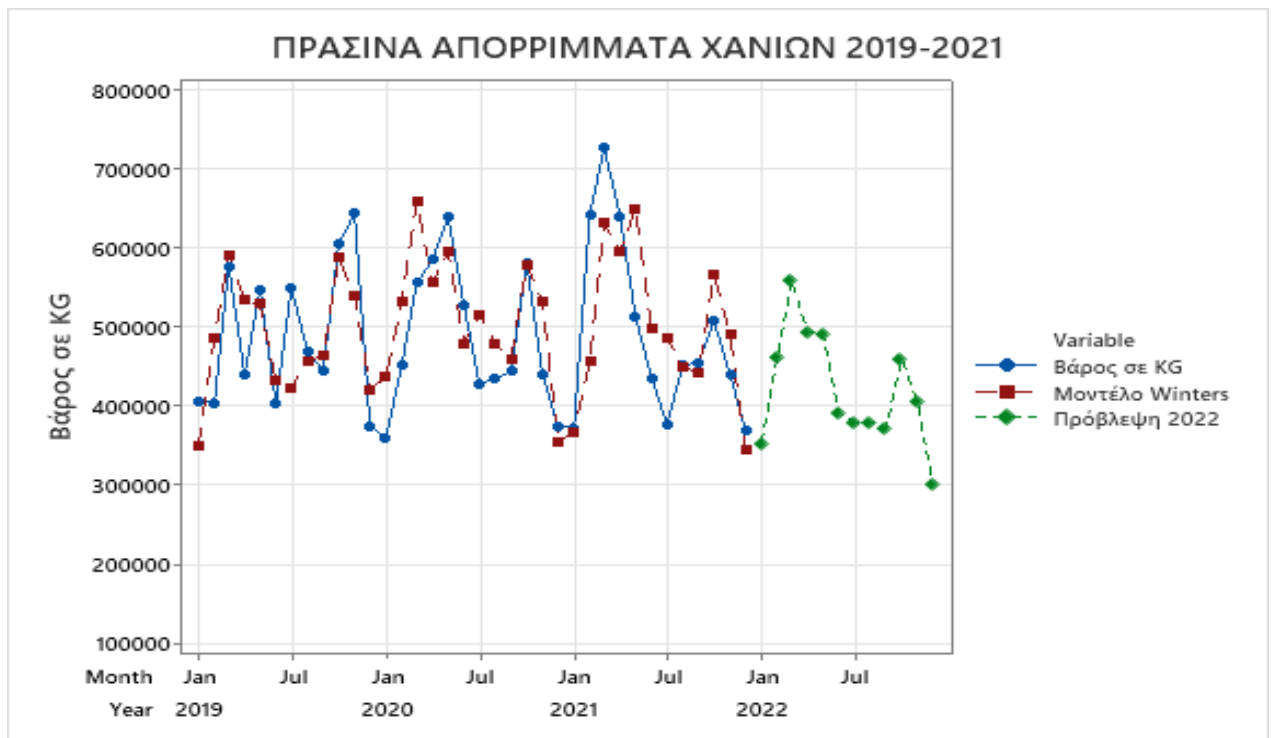
Πίνακας 3.17 Πίνακας Πράσινων Απορριμμάτων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2019-2021 στη περιοχή Χανίων

	2019	2020	2021
January	405642	358431	370328
February	402620	450766	640429
March	575639	554622	725115
April	439242	583826	638897
May	545758	638194	512236
June	402375	526589	435003
July	548336	427035	375888
August	468667	433068	449884
September	443836	442996	454159
October	603546	579350	505874
November	642293	438829	438969
December	373585	373752	369230

Γραφική παράσταση 3.17 Γράφημα διασποράς Πράσινων Απορριμμάτων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2019-2021 στη περιοχή Χανίων



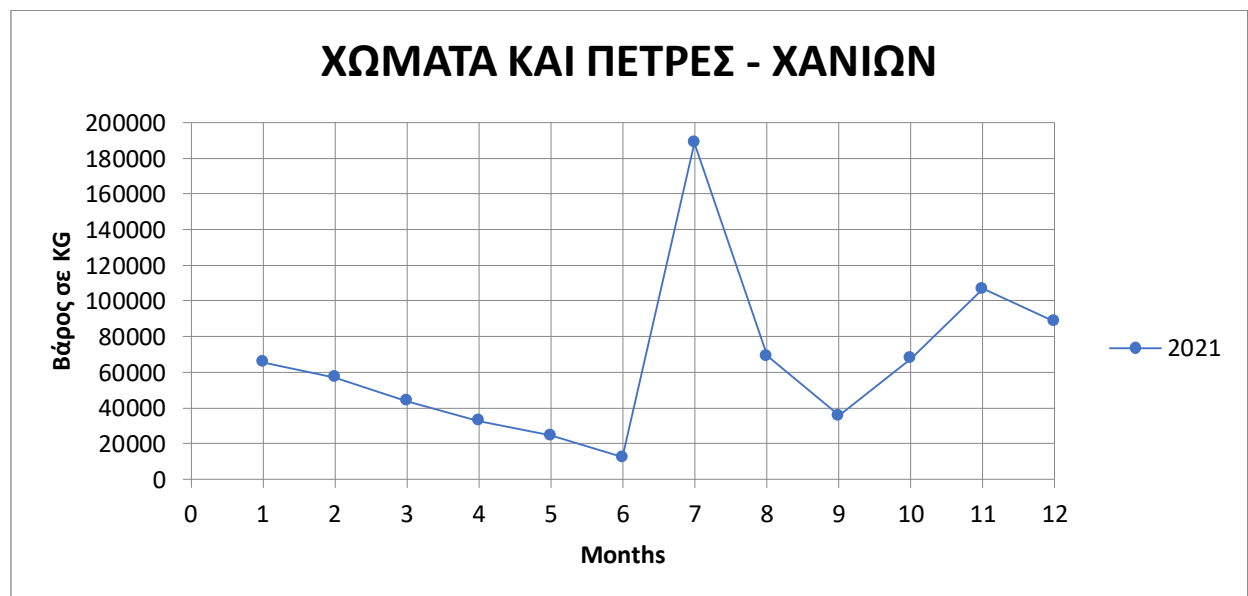
Γραφική παράσταση χρονοσειράς 3.17.1 Γράφημα χρονοσειράς Πράσινων Απορριμμάτων υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2019-2021 στη περιοχή Χανίων



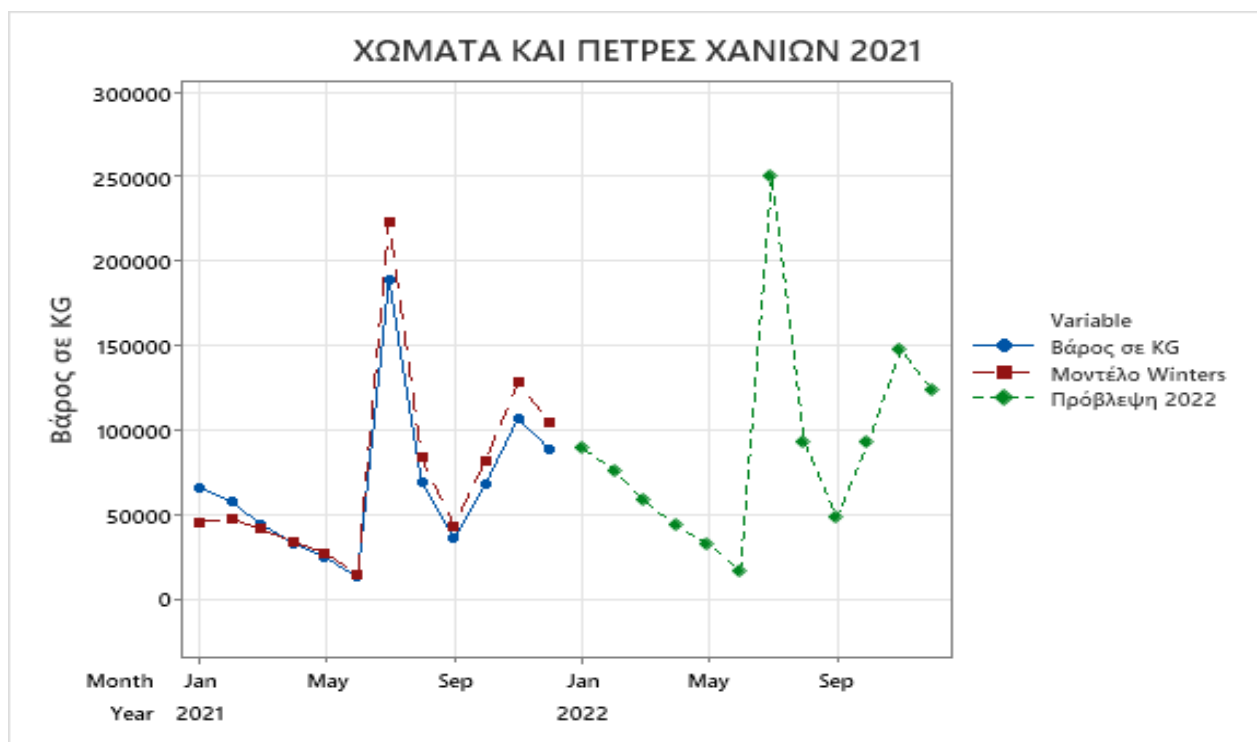
Πίνακας 3.18 Πίνακας Χωμάτων και Πετρών υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2021 στη περιοχή Χανίων

	2021
January	65740
February	57110
March	43870
April	32680
May	24490
June	12410
July	188740
August	69058
September	35582
October	67730
November	106716
December	88379

Γραφική παράσταση 3.18 Γράφημα διασποράς Χωμάτων και Πετρών υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2021 στη περιοχή Χανίων



Γραφική παράσταση χρονοσειράς 3.18.1 Γράφημα χρονοσειράς Χώματων και Πετρών υλικών σε μηνιαία βάση για το χρονικό διάστημα 2021 στη περιοχή Χανίων



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Είναι φανερό ότι η αξιοποίηση των απορριμμάτων είναι περισσότερο από ποτέ επιτακτική δεδομένων των αρνητικών συνεπειών που επιφέρει η μη αξιοποίηση αυτών στο περιβάλλον και στη δημόσια υγεία. Η ΕΕ έχει καταβάλει σημαντική προσπάθεια για την ελαχιστοποίηση τόσο των ροών μέσω της πρόληψης όσο και στην αξιοποίηση αυτών των υλικών και στην επαναχρησιμοποίησή τους. Τα τελευταία έτη στην Ελλάδα δραστηριοποιούνται εταιρείες στον χώρο τόσο της ανακύκλωσης όσο και της αξιοποίησης διαφόρων κατηγοριών αποβλήτων.

Η ΔΕΔΙΣΑ ανήκει σε μία από αυτές τις εταιρείες, όπου θεωρείται ένα από τα καλύτερα παραδείγματα για τη διαχείριση των αποβλήτων. Βρίσκεται στην Κρήτη αναπτύσσοντας και εφαρμόζοντας νέες τεχνικές και τεχνολογίες.

Σύμφωνα με τα δεδομένα που λήφθηκαν μπορεί να διαπιστώσει κανείς ότι σε πολλές περιοχές της Κρήτης εφαρμόζεται τόσο η ανακύκλωση όσο και η ανάκτηση υλικών με αυξητική τάση από το χρονικό διάστημα 2017-2021. Γενικότερα, στις χρονοσειρές που μπόρεσαν να σχηματιστούν παρατηρείται μία αυξητική τάση των υλικών που οδηγούνται από διαλογή στη πηγή προς ανακύκλωση και προς ανάκτηση υλικών. Επιπλέον, τα ανακυκλώσιμα υλικά αυξάνουν κατά πολύ τους καλοκαιρινούς μήνες όπου είναι και η έντονη τουριστική περίοδος της περιοχής. Να σημειωθεί ότι κατά τη διάρκεια της καλοκαιρινής σεζόν εν έτει 2020 παρατηρείται σημαντική πτώση στα συνολικά νούμερα ανακτηθέντων υλικών λόγω της πανδημίας Covid όπου μείωσε κατά πολύ τον τουρισμό στις τουριστικές περιοχές όπως και τις συνολικές απαιτήσεις ανακύκλωσης.

Τέλος θα πρέπει να παρατηρηθεί ότι δεν μπόρεσαν να εξαχθούν αποτελέσματα βάσει χρονοσειρών από πολλές περιοχές για δύο κυρίως λόγους. Ο πρώτος είναι η αστικοποίηση, όπου δεν υπάρχει μεγάλος αριθμός μόνιμων κατοίκων με αποτέλεσμα να μην είναι αναγκαία η συνεχής αποκομιδή αυτών των υλικών. Ο δεύτερος σχετίζεται με την εύκολη προσβασιμότητα μιας περιοχής σύμφωνα με το ανάγλυφο της περιοχής. Τέλος θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και η στάση μερίδας κάποιων πολιτών όσον αφορά την διαχείριση των απορριμμάτων.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Al-Sabagh AM, Yehia FZ, Eshaq G, Rabie AM, ElMetwally AE (2016) Greener routes for recycling of polyethylene terephthalate. *Egypt J Petrol* 25(1):53–64
- Al-Salem S, Lettieri P, Baeyens J (2009) Recycling and recovery routes of plastic solid waste (PSW): a review. *Waste Manag* 29:2625–2643
- Bartolome L, Imran M, Cho BG, Al-Masry WA, Kim DH (2012) Recent developments in the chemical recycling of PET. In: Achilias D (ed) *Material recycling-trends and perspectives*. s.l., InTech, ISBN 978-953-51-0327-1
- Basu, R. (2009). Solid Waste Management-A Model Study. *Sies Journal of Management*, 6, 20-24.
- Berkun, M., Aras, E., & Anılan, T. (2011). Solid waste management practices in Turkey. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 13(4), 305-313. <https://doi.org/10.1007/s10163-011-0028-7>
- Bradbury M (2017) Resource center. <https://www.buschsystems.com/resource-center/page/a-brief-timeline-of-the-history-of-recycling>
- Brockwell P. , Davis R. (2016). *Introduction to Time Series and Forecasting*. Cham: Springer.
- Brunner, P. H., and Rechberger, H. (2014). Waste to energy—key element for sustainable waste management. *Waste Management*, 37, 3-12. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.02.003>
- Buah, W. K., Cunliffe, A. M., & Williams, P. T. (2007). Characterization of Products from the Pyrolysis of Municipal Solid Waste. *Process Safety & Environmental Protection*, 85(5), 450-457. <https://doi.org/10.1205/psep07024>
- Chang Jiang Yang, Mengdi Yang, and Qian Yu, 2012, An Analytical Study on the Resource Recycling Potentials of Urban and Rural Domestic Waste in China, The 7th International Conference on Waste Management and Technology, *Procedia Environmental Sciences*, Vol: 16, PP: 25- 33.
- Cheremisinoff, N. P. (2003). *Handbook of solid waste management and waste minimization technologies*
- Coelho T (2011) PET containers in Brazil: opportunities and challenges of a logistics model for post-consumer waste recycling. *Resour Conserv Recycl* 3(55):291–299
- Daniel K. Benjamin, 2003, Eight Great Myths of Recycling, Jane S. Shaw (Ed), PERC Policy Series, Issue Number Ps-28, the Center for Free Market Environmentalism, P: 1-26, Available Online On PERC's Website: www.perc.org

- DEFRA. (2011). Business Waste Prevention Evidence Review: WR1403. Retrieved from <http://randd.defra.gov.uk/Default.aspx?Menu=Menu&Module=More&Location=None&Completed=0&ProjectID=17499>
- Demirbas, A. (2011). Waste management, waste resource facilities and waste conversion processes. *Energy Conversion & Management*, 52(2), 1280-1287. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2010.09.025>
- Dixon, N., & Jones, D. R. V. (2005). Engineering properties of municipal solid waste. *Geotextiles & Geomembranes*, 23(3), 205-233. <https://doi.org/10.1016/j.geotexmem.2004.11.002>
- Ebikapade A. and Baird J. (2016). The Concept of Waste and Waste Management *Journal of Management and Sustainability*; Vol. 6, No. 4; 2016 ISSN 1925-4725 E-ISSN 1925-4733
- Grigore ME (2017) Methods of recycling, properties and applications of recycled thermoplastic polymers. *Recycling* 2(24):1–11
- Haghi, A. K. (2010). *Waste Management: Research Advances to Convert Waste to Wealth*. Nova Science Publishers
- Hopewell J, Dvorak R, Kosior E (2009) Plastics recycling: challenges and opportunities. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 364:2115–2126
- Ignatyev IA, Thielemans W, Vander Beke B (2014). Recycling of polymers: a review. *Chem Sus Chem* 7(6):1579–1593
- Jaillon, L., Poon, C. S., & Chiang, Y. H. (2009). Quantifying the waste reduction potential of using prefabrication in building construction in Hong Kong. *Waste Management*, 29(1), 309-320. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.02.015>
- Kihoro J.M., Otieno R.O., Wafula C. (2006). Seasonal Time Series Forecasting: A Comparative Study of ARIMA and ANN Models. *African Journal of Science and Technology (AJST) Science and Engineering Series* Vol. 5, No. 2
- Kumar S, Panda AK, Singh RK (2011) A review on tertiary recycling of high-density polyethylene to fuel. *Resour Conserv Recycl* 55:893–910
- Kwan CS, Takada H (2017) Release of additives and monomers from plastic wastes, the handbook of environmental chemistry. Springer, Berlin Heidelberg
- Lino F. A. M, and Ismail K. A. R, 2012, Analysis of Potential of Municipal Solid Waste in Brazil, *Environmental Development*, Vol: 4, PP: 105- 113
- Miao Yu, Hong Zhi Ma, and Qun Hui Wang, 2012, Research and Recycling Advancement of Used Oil in China and all over the World, the 7th International Conference on Waste Management and Technology, *Procedia Environmental Sciences*, Vol: 16, PP: 239- 243.

Mwanza B (2018) An African reverse logistics model for plastic solid wastes. Ph.D. thesis. University of Johannesburg, Johannesburg

Ngoc, U. N., & Schnitzer, H. (2009). Sustainable solutions for solid waste management in Southeast Asian countries. *Waste Management*, 29(6), 1982-1995.
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.08.031>

Park SH, Kim SH (2014) Poly (ethylene terephthalate) recycling for high value added textiles. *Fash Text* 1(1):1

Park SH, Kim SH (2014) Poly (ethylene terephthalate) recycling for high value added textiles. *Fash Text* 1(1):1

Plastics Europe B (2016) *Plastics—the Facts 2016*, s.l.: PlasticsEurope Brussels (ed)

Radwan, H. R. I., Jones, E., & Minoli, D. (2010). Managing solid waste in small hotels. *Journal of Sustainable Tourism*, 18(2), 175-190.
<https://doi.org/10.1080/09669580903373946>

Ragaert K, Delva L, Van Geem K (2017) Mechanical and chemical recycling of solid plastic waste. *Waste Manag* 69:24–58

Ragaert K, Delva L, Van Geem K (2017) Mechanical and chemical recycling of solid plastic waste. *Waste Manag* 69:24–58

Saiter JM, Sreekumar PA, Youssef B (2011) Different ways for re-using polymer based wastes. the examples of works done in European countries, recent developments in polymer recycling. *Transw Res Netw Publ* 261–291

Samiha B., (2013) .The Importance of the 3R Principle of Municipal Solid Waste Mediterranean Journal of Social Sciences MCSER Publishing, Rome-Italy Vol 4 No 3
 Doi:10.5901/mjss.2013.v4n3p129

SEPA. (2011). Construction and demolition waste produced and managed in Scotland in 2009. Retrieved from
http://www.sepa.org.uk/waste/waste_data/commercial_industrial_waste/construction_demolition.aspx

Shukla SR, Harad AM, Jawale LS (2009) Chemical recycling of PET waste into hydro of PET waste into hydrophobic textile dyestuffs. *Polym Degrad Stab* 94(4):604–609

Sympraxis team, 2020. Σχέδιο δράσεων επικοινωνίας για την πρόληψη παραγωγής, τη χωριστή συλλογή και την ανάκτηση αποβλήτων στην Ελλάδα - Τελική έκθεση Μάιος 2020 The EU Environmental Implementation Review - Country Report – Greece [Έκθεση] / συγγρ. European Commission. – 2019

Tshifularo CA, Patnaik A (2020) Sustainable technologies for fashion and textiles woodhead publishing series in textiles . In: *Recycling of plastics into textile raw materials and products*. s.l.:s.n., pp 311–326

Tshifularo CA, Patnaik A (2020) Sustainable technologies for fashion and textiles woodhead publishing series in textiles . In: Recycling of plastics into textile raw materials and products. s.l.:s.n., pp 311–326

Upasani PS, Jain AK, Save N, Agarwal US, Kelkar AK (2012) Chemical recycling of PET flakes into yarn. J Appl Polym Sci 123(1):520–525

Vergara, S. E., & Tchobanoglous, G. (2012). Municipal Solid Waste and the Environment: A Global Perspective. Environment and Resources, 37(37), 277-309. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-050511-122532>

Waste related data in Greece [Ηλεκτρονικό] / συγγρ. Wasteatlas. - 2019. - 31 10 2019. - <http://wasteatlas.diktiofodsa.gr/>

Williams, P. T. (2005). Waste Treatment and Disposal. London, New York: John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/0470012668>

Wilson, D. C. (2007). Development drivers for waste management. Waste Management & Research the Journal of the International Solid Wastes & Public Cleansing Association Iswa, 25(3), 198-207. <https://doi.org/10.1177/0734242X07079149>

WRAP. (2011). Applying the waste hierarchy: A guide to business. Retrieved from <http://www.fccenvironment.co.uk/assets/files/pdf/content/wrap-applying-wastehierarchy.pdf>

<http://portal.tee.gr>

<https://www.herrco.gr>

<https://kronoseco.gr>

<https://www.siakandaris.gr>

<https://www.hellenic-recycling.gr>

<https://anakem.gr>

<https://www.dedisa.gr>