



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΙΓΑΙΟΥ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ  
ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

**iPD!** | Integrated Product  
Design & Innovation

**Γεώργιος Αλεξόπουλος**

A.M. : dpsdi21001

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

## **ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΔΟΥ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ ΣΕ ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΣΧΟΛΕΙΑ**



**Επιβλέπων Καθηγητής:** Παρασκευάς Παπανίκος, Αναπλ. Καθηγητής

Σύρος 2023





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΙΓΑΙΟΥ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ  
ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ



**Γεώργιος Αλεξόπουλος**

A.M. : dpsdi21001

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

**ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΔΟΥ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ ΣΕ ΔΗΜΟΤΙΚΑ  
ΣΧΟΛΕΙΑ**

**Επιβλέπων Καθηγητής:** Παρασκευάς Παπανίκος, Αναπλ. Καθηγητής  
**Μέλη:** Σοφία Κυρατζή, Μόνιμη Επίκουρη Καθηγήτρια  
Νίκος Ζαχαρόπουλος, Μόνιμος Λέκτορας

Σύρος 2023



## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επιβλέποντα Καθηγητή μου κ. Παρασκευά Παπανίκο για την ανάθεση της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας και τις εύστοχες παρατηρήσεις του στο κείμενο. Επίσης τους Καθηγητές μου κ. Κυρατζή Σοφία και Ζαχαρόπουλο Νίκο που δέχθηκαν να είναι στην Εξεταστική Επιτροπή της εργασίας μου. Ιδιαίτερα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον κ. Μπαίλα Κωνσταντίνο, ΕΔΙΠ για την βοήθειά του καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας μου, τις σημαντικές παρατηρήσεις του αλλά και την υποστήριξή του στις όποιες δυσκολίες συνάντησα.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου που με υποστήριξαν ηθικά και υλικά σε όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας αυτής και μοιράστηκαν μαζί μου σκέψεις, ιδέες και προβληματισμούς.



## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Η βιωσιμότητα (sustainability) αποτελεί μια σημαντική παγκόσμια ανησυχία και η επίτευξή της βρίσκεται στο κέντρο των προσπαθειών της ανθρωπότητας. Στα πλαίσια της βιωσιμότητας η ανακυκλοφορία των υλικών μέσα από διάφορες διαδικασίες εκ των οποίων μία είναι η ανακύκλωση αποτελεί σημαντική παράμετρο.

Στόχος της μεταπτυχιακής αυτής εργασίας ήταν να συμβάλει προς αυτή την κατεύθυνση ευνοώντας την εκδήλωση και την εφαρμογή συμπεριφορών που έχουν θετικό οικολογικό αποτύπωμα.

Για το σκοπό αυτό σχεδιάσαμε ένα κάδο ανακύκλωσης για χρήση σε τάξεις του Δημοτικού Σχολείου δίνοντας έμφαση στη λειτουργικότητα, την πρωτοτυπία, τη χρηστικότητα αλλά και την προσβασιμότητα έτσι ώστε να μπορούν να τον χρησιμοποιήσουν όλοι οι μαθητές.

Ελπίζουμε ότι με τον κάδο ανακύκλωσής μας, θα μπορέσουμε να βοηθήσουμε τα παιδιά να ασχοληθούν περισσότερο με την πράξη της ανακύκλωσης και θα τους επιτρέψουμε να κάνουν αυτόν τον κόσμο ένα καλύτερο μέρος για όλους μας με τις μικρές τους πράξεις.





# «DESIGN OF A RECYCLING BIN FOR PRIMARY SCHOOL USE»

**Georgios Alexopoulos**

## **ABSTRACT**

Sustainability is a major global concern and achieving it is at the heart of humanity's efforts. In the context of sustainability, the recirculation of materials through various processes, one of which is recycling, is an important parameter.

The aim of this postgraduate thesis was to contribute to this direction by favoring the manifestation and implementation of behaviors that have a positive ecological footprint.

For this purpose, we designed a recycling bin for use in primary school classes, emphasizing functionality, originality, usability and accessibility so that all students can use it.

We hope that with our recycling bin, we will be able to help children get more involved in the act of recycling and allow them to make this world a better place for all of us with their little actions.



**A. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

<b>1.</b>	Εισαγωγή	14
<b>2.</b>	Σκοπός Της Εργασίας	14
<b>3.</b>	Είδη & Διαχείριση Απορριμμάτων	16
	3.1 Η πρόκληση του κλεισίματος των υλικών βρόχων στην κοινωνία	16
	3.2 Απόβλητα, συστήματα αποβλήτων και συστήματα διαχείρισής τους	18
<b>4.</b>	Η Ανακύκλωση	32
4.1	Ιστορία της ανακύκλωσης	32
4.2	Ανακυκλώσιμα υλικά και διαδικασία ανακύκλωσής τους	35
4.3	Η Ανακύκλωση στην Ελλάδα	49
4.4	Η αντίληψη των Πολιτών για την Ανακύκλωση	54

**B. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

<b>5.</b>	Η Ανακύκλωση στα Δημοτικά Σχολεία	60
5.1	Το παιδί, το σχολικό σύστημα και η Ανακύκλωση	60
5.2	Ελληνικό σχολείο: Δομή και περιβαλλοντική εκπαίδευση	64
5.3	Προγράμματα ανακύκλωσης στα Ελληνικά σχολεία	68
5.4	Τι συμβαίνει όσον αφορά την ανακύκλωση στα σχολεία διεθνώς	70
5.5	Υλικά προς Ανακύκλωση στα σχολεία	70
5.6	Η προώθηση της ανακύκλωση στα σχολεία είναι ανάγκη	71
<b>6.</b>	Το δικό μας πρόβλημα - Σχεδιασμός Νέου Κάδου ανακύκλωσης για δημοτικά σχολεία	73
<b>7.</b>	Προσβασιμότητα	76
<b>8.</b>	Brief	78
<b>9.</b>	Μεθοδολογία Σχεδίασης	80
9.1	Σχεδιαστικές προσεγγίσεις – Προβλήματα προς επίλυση	80

	σελίδες
9.2 Επίδραση της ψυχολογίας στο σχεδιασμό	81
9.3 Ανταγωνιστικά προϊόντα	88
<b>10.</b> Ανάπτυξη του νέου προϊόντος – Προδιαγραφές σχεδίασης	91
10.1 Βασικά εργονομικά χαρακτηριστικά	91
10.2 Ειδικά χαρακτηριστικά – προσβασιμότητα	93
10.3 Ασφάλεια και υγιεινή	95
10.4 Επιλογή υλικού	96
<b>11.</b> Ιδεασμός	101
11.1 Προσχέδια προϊόντος	101
11.2 Τελική επιλογή προϊόντος και φωτορεαλιστική απεικόνιση	108
11.3 Τεχνικά σχέδια και διαστασιολόγηση	114
<b>12.</b> Αξιολόγηση τελικού προϊόντος και σενάριο χρήσης	121
<b>13.</b> Συμπέρασμα	125
14. Βιβλιογραφία	126

## **A. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**



## **1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η βιωσιμότητα (sustainability) αποτελεί μια σημαντική παγκόσμια ανησυχία και η επίτευξή της βρίσκεται στο κέντρο των προσπαθειών της ανθρωπότητας. Η κουλτούρα της καλοπέρασης, ριζωμένη στη σύγχρονη καταναλωτική συμπεριφορά, έχει γίνει ένας καθιερωμένος τρόπος ζωής που δεν μπορεί να αλλάξει εύκολα. Οι όποιες τεχνολογικές παρεμβάσεις επιβάλλουν επιπλέον κόστος, δεν είναι καθολικά εφικτές και είναι αναποτελεσματικές χωρίς κατάλληλη εκπαίδευση [Derijcke and Uitzinger, 2006]. Μελέτες δείχνουν ότι η εστίαση απλώς στο σχεδιασμό τεχνολογικά αποδοτικών προϊόντων χωρίς να αναγνωρίζεται ο σημαντικός ρόλος της συμπεριφοράς των χρηστών προορίζεται να αποτύχει και δεν οδηγεί σε αλλαγή. Τοποθετούμε συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού, αλλά ξεχνάμε να κλείσουμε το διακόπτη όταν φεύγουμε από το δωμάτιο. Οδηγούμε αυτοκίνητα με οικονομία καυσίμου, αλλά τα χρησιμοποιούμε υπερβολικά, υποθέτοντας ότι έχουν λιγότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η μεγάλη πρόκληση για την αύξηση της αποδοτικότητας της χρήσης ενέργειας δεν είναι κυρίως τεχνική αλλά συμπεριφορική.

Ορισμένες συμπεριφορές ξεκινούν εν μέρει, από το δομημένο περιβάλλον και αυτό δημιουργεί μια ευκαιρία για σχεδιασμό. Με τις δημιουργίες τους οι σχεδιαστές μπορούν να σχεδιάζουν περιβάλλοντα και αντικείμενα που δημιουργούν κίνητρο ή ωθούν τους ανθρώπους να συμπεριφέρονται με τον ένα ή τον άλλο τρόπο.

## **2. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

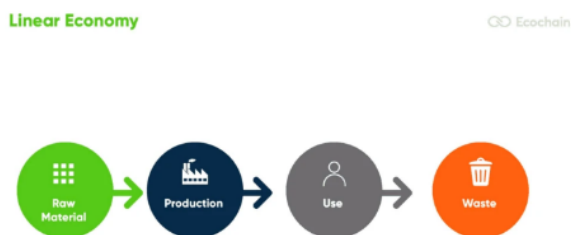
Στόχος της μεταπτυχιακής αυτής εργασίας είναι να συμβάλει σε αυτόν τον μετασχηματισμό προτείνοντας κάποιους τρόπους με τους οποίους

θα μπορούσε να διευκολυνθεί η ανακυκλοφορία των υλικών. Με σκοπό τη δημιουργία κινήτρων για την εκδήλωση και την εφαρμογή συμπεριφορών που έχουν θετικό οικολογικό αποτύπωμα, θα σχεδιάσουμε ένα κάδο ανακύκλωσης για χρήση σε τάξεις του Δημοτικού Σχολείου δίνοντας έμφαση στη λειτουργικότητα, την πρωτοτυπία, τη χρηστικότητα αλλά και την προσβασιμότητα έτσι ώστε να μπορούν να τον χρησιμοποιήσουν όλοι οι μαθητές.

### 3. ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

#### 3.1. Η πρόκληση του κλεισίματος των υλικών βρόχων στην κοινωνία

Η παγκόσμια χρήση υλικών πόρων εξακολουθεί να είναι **γραμμική**, δηλαδή οι πόροι λαμβάνονται από τη φύση για χρήση και την παραγωγή αγαθών που αργότερα μετατρέπονται σε απόβλητα, με το 44% των εξορυσσόμενων πόρων να χρησιμοποιείται για την παροχή ενέργειας ενώ το υπόλοιπο να προορίζεται για κατασκευές και μεταποίηση (Haas et al.2015) (εικόνα 1). Τα τελευταία 50 χρόνια, η παγκόσμια κατανάλωση πόρων αυξήθηκε σημαντικά μειώνοντας σημαντικά την διαθεσιμότητά τους (WWF 2022).



Εικόνα 1: Γραμμική παραγωγή απορριμμάτων (<https://ecochain.com/knowledge/circular-economy-guide/>)



Ο παγκόσμιος πληθυσμός συνεχίζει να αυξάνεται τον τελευταίο αιώνα κυρίως λόγω της ανάπτυξης της ιατρικής που μείωσε τη θνησιμότητα αλλά και της μαζικής παραγωγής που έκανε διαθέσιμα τρόφιμα σε μεγάλες ποσότητες. Ταυτόχρονα η αυξανόμενη τάση για κατανάλωση (τροφίμων, προϊόντων και υπηρεσιών) είναι οι κύριοι μοχλοί πίσω από την ολοένα και περισσότερη ζήτηση για πόρους (Matthews & Hammond 1999). Μόλις χρησιμοποιηθούν οι υλικοί πόροι για την κατασκευή αγαθών, τα αγαθά στη συνέχεια χρησιμοποιούνται ή καταναλώνονται από τον πληθυσμό. Μετά την εκπλήρωση μιας περιόδου χρήσης, τα περισσότερα από αυτά τα αγαθά απορρίπτονται ως απόβλητα. Η παραγωγή όμως αποβλήτων με ανεπαρκή χρήση, αποτελεί κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία και ρυπαίνει το περιβάλλον, προκαλώντας απώλεια βιοποικιλότητας και μειώνοντας ακόμη περισσότερο τις παραγωγικές ικανότητες που έχουν τα οικοσυστήματα (Σύμβαση της Βασιλείας 2012). Τα υψηλότερα εισοδήματα και τα ποσοστά αστικοποίησης συνεπάγονται περισσότερη παραγωγή στερεών αποβλήτων παγκοσμίως, η οποία αναμένεται να διπλασιαστεί έως το 2025 (Hoornweg & Bhada-Tata 2012).

Για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της υπερπαραγωγής αποβλήτων έχει προταθεί η χρήση των στερεών αποβλήτων ως πηγής υλικών πόρων για μελλοντική παραγωγή νέων προϊόντων. Η προσέγγιση αυτή αποτελεί έναν πιο βιώσιμο τρόπο χρήσης υλικών πόρων που κρατά τους υλικούς πόρους σε βρόχους μέσα στην κοινωνία, και ονομάζεται **κυκλική οικονομία**. (Ευρωπαϊκή Επιτροπή 2015; McDonough & Braungart 2002; Haggart 2010· Patala et al. 2014) (Εικόνα 2).

# Circular Economy



Εικόνα 2: Παραγωγή απορριμμάτων με βάση την κυκλική οικονομία (<https://eclass.aegean.gr/modules/document/index.php?course=511425&openDir=/58b843e6yPF>)

Σε μία πρόσφατη μελέτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης αναφέρεται ότι κάθε Ευρωπαίος πολίτης καταναλώνει (φυσικά ή δια της χρήσης) περίπου 16 τόνους υλικού από τους οποίους οι 6 τόνοι γίνονται απορρίμματα και τα μισά από αυτά θάβονται στο υπέδαφος. Η παγκόσμια κατανάλωση έχει 10πλασιαστεί από το 1900 και αναμένεται να αυξηθεί κατά 75% έως το 2030. Για το λόγο αυτό, η Ευρωπαϊκή ένωση έχει θέσει σαν προτεραιότητα την προώθηση της κυκλικής οικονομίας στην προσπάθεια προσέγγισης μιας βιώσιμης ανάπτυξης. (European Commission, 2016)

Διεθνώς, υπάρχουν πολλά παραδείγματα ανακυκλοφορίας υλικού: Η Ricoh προσφέρει και πουλά επαναχρησιμοποιημένους και ανακατασκευασμένους εκτυπωτές πολλαπλών λειτουργιών (Ricoh Group 2022), η Caterpillar έχει αναπτύξει προγράμματα ανακατασκευής που ενημερώνουν τα προϊόντα των πελατών επεκτείνοντας την περίοδο χρήσης τους (Caterpillar 2022), Η TerraCycle είναι μια εταιρεία που συλλέγει και ανακυκλώνει τα δύσκολα ανακυκλώσιμα απόβλητα διεθνώς (TerraCycle 2022) ενώ και τα βιομηχανικά

απόβλητα έχουν χρησιμοποιηθεί ως υλικό εισροής σε άλλες βιομηχανικές διεργασίες μέσω βιομηχανικών συμβιωτικών συστημάτων (Jacobsen 2006) όπως θα αναφέρουμε εκτενέστερα στη συνέχεια της παρουσίασης. Παρόλα αυτά, χρειάζεται ακόμη να γίνει πολλή δουλειά για να μετατρέψουμε με επιτυχία τη γραμμική μας παραγωγή σε συστήματα κλειστού βρόχου, όπου η παραγωγή απορριμμάτων μειώνεται στο ελάχιστο.

Στη συνέχεια της εργασίας μας θα αναφερθούμε σε κάποια γενικά δεδομένα, όπως ποια υλικά απορρίπτονται και με ποιον τρόπο, καθώς και τα προβλήματα που προκύπτουν κατά την διαδικασία χειρισμού τους.

### **3.2 Απόβλητα, συστήματα αποβλήτων και συστήματα διαχείρισής τους**

Το ιδίωμα "Τα σκουπίδια ενός ανθρώπου είναι ο θησαυρός του άλλου", υπογραμμίζει πόσο υποκειμενικός μπορεί να είναι ο ορισμός των απορριμμάτων. Η φράση του Ekberg "Waste is what is left behind when imagination fails" (2009) δείχνει πώς είναι επιθυμητό να επανεξετάσουμε συνεχώς τα απόβλητα ως πόρους κάποιου άλλου πλαισίου ή εφαρμογής. Τα απόβλητα είναι μια ανθρώπινη έννοια που σημαίνει ότι ένα δεδομένο υλικό δεν έχει καμία χρήση ή αξία ή ότι η πιθανή χρήση ή η αξία του δεν έχει ακόμη καθοριστεί. Επομένως, μπορεί να ειπωθεί ότι τα απόβλητα μπορεί να είναι ένα ελάττωμα σχεδιασμού και οι διεργασίες και τα συστήματα που δημιουργούν απόβλητα το κάνουν ακούσια, ως αποτέλεσμα κακού σχεδιασμού (Anastas & Zimmerman 2006).

Για πρακτικούς λόγους, εδώ θα χρησιμοποιήσουμε έναν συγκεκριμένο ορισμό για τα **απόβλητα** «Ουσίες ή αντικείμενα που απορρίπτονται, προορίζονται να απορριφθούν ή απαιτείται να απορριφθούν από τις διατάξεις των εθνικών νόμων» (UNEP 1989). Τα απόβλητα ενός οικοσυστήματος αναφέρονται σε διασκορπισμένους πόρους που

συσσωρεύονται στη γη, στα ατμοσφαιρικά ή υδάτινα οικοσυστήματα και τα οποία δεν μπορούν να ενσωματωθούν ξανά στους βιοχημικούς κύκλους του περιβάλλοντος (Greyson 2009) ενώ ως **ρύπανση**, ορίζονται τα απόβλητα του οικοσυστήματος που προκύπτουν από ανθρώπινη δραστηριότητα και έχουν προταθεί ως βασικός δείκτης για την αειφορία (Azar et al. 1996; Gaines 2002).

Τα απόβλητα κατηγοριοποιούνται συνήθως σύμφωνα με τα ακόλουθα τέσσερα κριτήρια: *Προέλευση, Σύνθεση, Τοξικότητα ή Διαχείριση*.

Χρησιμοποιώντας την *προέλευση* ως κριτήριο για την κατηγοριοποίηση των απορριμμάτων, θα περιέγραφε κανείς τα απόβλητα ανάλογα με το πού παράγονται, π.χ. εξορυκτικά, γεωργικά, ιατρικά ή οικιακά απόβλητα.

Η *σύνθεση* αναφέρεται στο υλικό από το οποίο αποτελούνται τα απόβλητα, π.χ. μέταλλο, χαρτί ή ύφασμα.

Η *τοξικότητα* ταξινομεί τα απόβλητα ανάλογα με το πόσο επικίνδυνα είναι για την ανθρώπινη υγεία ή το περιβάλλον. π.χ. ραδιενεργό, τοξικό, μολυσματικό ή διαβρωτικό.

Τέλος, η *διαχείριση* περιγράφει τα απόβλητα ανάλογα με τον τρόπο επεξεργασίας τους, π.χ. σε αυτά που συλλέγονται, ταξινομούνται, ανακυκλώνονται, απολυμαίνονται ή αποτεφρώνονται (Baker et al. 2004). Αυτές οι κατηγοριοποιήσεις αποβλήτων είναι χρήσιμες για τον προσδιορισμό των διαφορετικών πτυχών που βοηθούν στην καλύτερη περιγραφή των αποβλήτων.

### **3.2.1 Συστήματα απορριμμάτων**

Η διαχείριση αποβλήτων (Waste Management ) θεωρείται συνήθως ως σύστημα που αποτελείται από πολλά στοιχεία που σχετίζονται μεταξύ τους

προκειμένου να εκπληρώσουν έναν στόχο, ο οποίος στην περίπτωση του WM είναι ο χειρισμός του απορριφθέντος υλικού.

Μπορούμε να χαρακτηρίσουμε τα συστήματα WM ως κοινωνικοτεχνικά συστήματα. Αυτό σημαίνει ότι οι άνθρωποι αλληλοεπιδρούν με την τεχνολογία μέσα σε έναν οργανισμό για να επιτύχουν τον σκοπό του συστήματος για τη διαχείριση των απορριμμάτων. Η κοινωνικοτεχνική θεωρία κατανοεί ότι οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ανθρώπων και της τεχνολογίας που χρησιμοποιούν είναι βαθιές και μπορούν να εξηγηθούν μόνο εν μέρει, έχοντας συχνά απρόβλεπτες επιπτώσεις ο ένας στον άλλο. Έτσι η αλλαγή μιας πτυχής από μόνη της θα έχει ως αποτέλεσμα απροσδόκητες και συχνά ανεπιθύμητες συνέπειες για το σύστημα ως σύνολο (Cooper & Foster 1971).

Τα συστήματα διαχείρισης αποβλήτων είναι συστήματα που είναι ανοιχτά, δηλαδή αλληλοεπιδρούν με το περιβάλλον τους, εξελίσσονται συνεχώς με την πάροδο του χρόνου και περιέχουν πολλά στοιχεία και πολυάριθμες αλληλεπιδράσεις μεταξύ αυτών των στοιχείων (Rotmans & Loorbach 2009).

Τα συστήματα WM εμπλέκουν πολλούς ενδιαφερόμενους φορείς στην εκτέλεση των διαφορετικών λειτουργιών που απαιτούνται για τη διαχείριση των αποβλήτων. Ένα βιώσιμο σύστημα WM έχει έξι κύριες λειτουργικές δραστηριότητες:

(1) Παραγωγή αποβλήτων, (2) Χειρισμός και διαχωρισμός αποβλήτων στην πηγή, (3) Συλλογή, (4) Μεταφορά (5) Επεξεργασία και μετατροπή αποβλήτων σε εγκαταστάσεις ανάκτησης υλικών και (6) Διάθεση (Tchobanoglous et al 1993).

Δεδομένου ότι αυτές οι λειτουργικές δραστηριότητες παραδίδουν τα απορριπτόμενα υλικά από την παραγωγή έως την τελική διάθεση, μπορούν επίσης να αναφερθούν ως **στάδια της ροής υλικών** στη διαχείριση

απορριμμάτων. Αυτά τα στάδια εκτελούνται συνήθως από διαφορετικά στοιχεία συστήματος που ανταλλάσσουν υλικά, πληροφορίες, ενέργεια και αμοιβές για τις διάφορες παρεχόμενες υπηρεσίες, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (Εικόνα 3) .



Εικόνα 3: Λειτουργίες ενός γραμμικού συστήματος διαχείρισης απορριμμάτων (WM)

Η παραγωγή αποβλήτων προκύπτει από τη στιγμή που κάτι θεωρείται άχρηστο και ως εκ τούτου απορρίπτεται από το άτομο που το έχει χρησιμοποιήσει. Σημαντικό στάδιο για την συνέχιση της αλυσίδας σε αυτή τη φάση είναι η γνώση των χαρακτηριστικών της δημιουργίας αποβλήτων έτσι ώστε να τα χειρίζεται επαρκώς (παραγόμενος όγκος, σύνθεση ή άλλες πληροφορίες). Παραδείγματος χάρη τα απορρίμματα ενός εστιατορίου έχουν διαφορετική σύνθεση από τα απορρίμματα ενός γραφείου ή ενός σχολείου.

Ο διαχωρισμός αντιστοιχεί στη δράση του διαχωρισμού διαφορετικών τύπων απορρίψεων μεταξύ τους. Αυτό μπορεί να γίνει από τον χρήστη (δηλαδή πριν ή κατά την απόρριψη των απορριμμάτων) ή αργότερα στο σύστημα WM. Ο σκοπός του διαχωρισμού των απορριμμάτων είναι να είναι δυνατή η επεξεργασία των ταξινομημένων απορριμμάτων με διαφορετικούς τρόπους. Ο διαχωρισμός από τον χρήστη εξαρτάται από τον τρόπο συλλογής από το σύστημα απορριμμάτων ή άλλα συστήματα που συλλέγουν απορρίψεις (π.χ. ανταποδοτικά συστήματα για μπουκάλια PET ή δοχεία αλουμινίου). Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο ο διαχωρισμός και η συλλογή συχνά αντιμετωπίζονται ως κοινά στάδια. Στο στάδιο αυτό επιβάλλεται να ενταχθεί η διαδικασία της **ανακύκλωσης** ως μίας

εναλλακτικής οδού για την επαναχρησιμοποίηση των απορριμμάτων. Θα αναφερθούμε εκτενέστερα σε επόμενα κεφάλαια στα πλαίσια αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας.

Η συλλογή γίνεται όταν το υλικό περνά από τον χρήστη στο σύστημα WM, έτσι ώστε ο χρήστης που δημιουργήσε τα απόβλητα να μην είναι πλέον ιδιοκτήτης του υλικού. Αυτό γίνεται συνήθως αφήνοντας τα υλικά σε κάδους που αδειάζονται σε τακτική βάση.

Η μεταφορά αντιστοιχεί στην ενέργεια της μετακίνησης των απορρίψεων από το σημείο που παράγονται στο σημείο όπου θα υποβληθούν σε επεξεργασία. Εδώ οι απορρίψεις επεξεργάζονται προκειμένου να ανακτηθεί μέρος της εγγενούς τους αξίας (π.χ. βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα χρησιμοποιούνται για την παραγωγή βιοαερίου και λιπασμάτων, το απορριπτόμενο χαρτί χρησιμοποιείται για ανακυκλωμένο χαρτί) ή για να μπορεί να απορριφθεί με μη επιβλαβή τρόπο (π.χ. ελεγχόμενη αποτέφρωση απορριμμάτων για τη μείωση του όγκου και την αποφυγή της ανεξέλεγκτης συχνής εκτόξευσης αερίων). Για να αυξηθεί η αξία των απορριμμάτων, εφαρμόζονται κοινές διαδικασίες για τον διαχωρισμό των πολύτιμων υλικών, τον καθαρισμό τους και αργότερα τη συμπίεση των κλασμάτων που επιλέχθηκαν για μεταφορά σε περαιτέρω εγκαταστάσεις επεξεργασίας.

Το τελευταίο στάδιο του WM είναι η *απόρριψη*. Αυτό το στάδιο αντιστοιχεί στην εναπόθεση των τελικών απορρίψεων κάπου στη βιόσφαιρα. Μπορεί να γίνει με ανεξέλεγκτο τρόπο (δηλαδή ανοιχτή απόρριψη) ή μέσω χωματερών. Οι ελεγχόμενοι χώροι υγειονομικής ταφής θα μπορούσαν να θεωρηθούν ότι εξακολουθούν να βρίσκονται εντός του συστήματος WM, δεδομένου ότι καταβάλλονται προσπάθειες για την ελαχιστοποίηση των εκπομπών αερίων ή της διαρροής υγρών από τους χώρους υγειονομικής ταφής. Ωστόσο, όταν οι χωματερές παροπλίζονται, δηλαδή κλείνουν και δεν

μπορούν να τοποθετηθούν άλλα απόβλητα εκεί, δεν αποτελούν πλέον μέρος του συστήματος WM, απλώς μέρος του περιβάλλοντος.

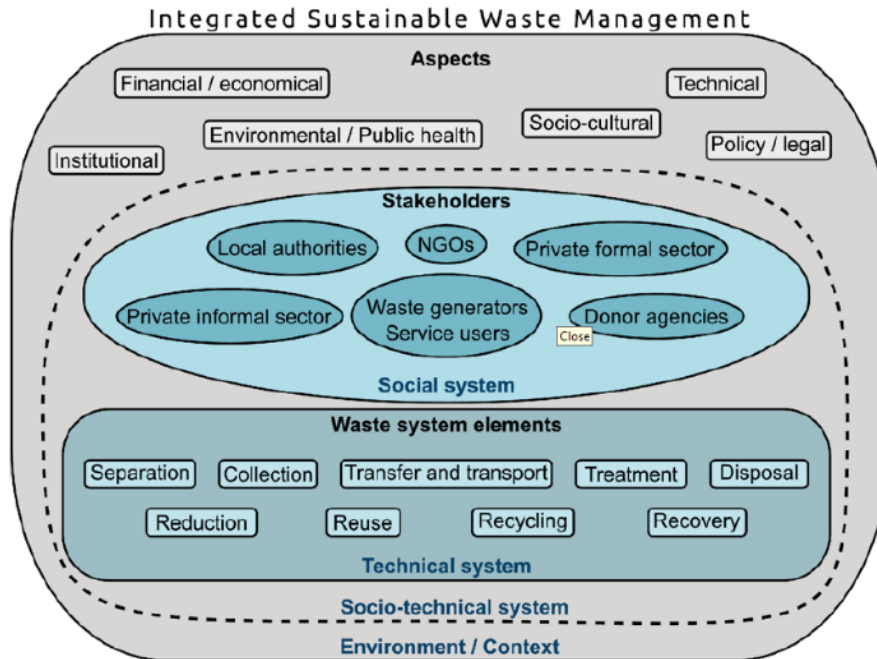
Δεδομένου ότι διαφορετικές λειτουργίες του συστήματος WM εκτελούνται από διαφορετικούς φορείς, ο καθένας από αυτούς καθορίζει σε κάποιο βαθμό τον τρόπο με τον οποίο θα εκπληρωθεί αυτή η λειτουργία του συστήματος. Οι τοπικές αρχές και οι κυβερνητικοί κανονισμοί εκδίδουν κατευθυντήριες γραμμές για το πώς μπορεί να εκτελεστεί κάθε λειτουργία.

Αν και είναι ευρέως αποδεκτό ότι το WM μπορεί να περιγραφεί όπως είπαμε νωρίτερα ως ένα κοινωνικοτεχνικό σύστημα, οι τοπικές αρχές και ακόμη και οι ερευνητές έχουν συχνά μια τεχνολογική προσέγγιση στο WM, χρησιμοποιώντας συνήθως εργαλεία και μοντέλα ανάλυσης συστήματος για να βοηθήσουν στη βελτιστοποίηση των λειτουργιών τους (Juul et al. 2013). Αυτά τα μοντέλα και τα εργαλεία επικεντρώνονται στη βελτιστοποίηση της απόδοσης του συστήματος σύμφωνα με συγκεκριμένα κριτήρια (π.χ. ελαχιστοποίηση κόστους ή περιβαλλοντικών επιπτώσεων) αλλάζοντας ορισμένες από τις μεταβλητές που μπορούν να ελεγχθούν όπως η συχνότητα συλλογής, η απόσταση από την εγκατάσταση επεξεργασίας ή ο τύπος επεξεργασίας απορριμμάτων. Ωστόσο, το σύστημα μπορεί να επηρεαστεί και από λιγότερο ελεγχόμενες πτυχές όπως η σύνθεση ή η συμμετοχή στη διαλογή των αποβλήτων από τις κοινωνίες, παράγοντες όμως που βρίσκονται στην αρχή της διαδικασίας και θα μπορούσαν να επηρεάσουν σημαντικά και τα επόμενα στάδια.

Έτσι, παρόλο που τα απόβλητα παράγονται και επεξεργάζονται από ανθρώπους, μια προσέγγιση με επίκεντρο μόνο την τεχνολογία στο WM αντιμετωπίζει μόνο το «υλισμικό» (materialistic) του συστήματος και επομένως συνήθως αποτυγχάνει να αντιμετωπίσει πλήρως τις προκλήσεις του WM (Scheinberg et al. 2001).



Για να αντισταθμιστεί αυτή η τεχνολογική-τεχνοκρατική άποψη, αναπτύχθηκε το πλαίσιο της **Ολοκληρωμένης Αειφόρου Διαχείρισης Αποβλήτων** (ISWM) αναπτύχθηκε για να αντισταθμίσει αυτήν την τεχνολογική άποψη. Το ISWM περιγράφει τη διαχείριση απορριμμάτων ως ένα σύνθετο κοινωνικοτεχνικό σύστημα, αλλά τονίζει ότι είναι διασυνδεδεμένη με το πλαίσιο στο οποίο βρίσκεται. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 4 αποτελείται από τρεις διαστάσεις: τα στοιχεία του συστήματος αποβλήτων, τα εμπλεκόμενα/ενδιαφερόμενα μέρη και τις πτυχές του ζητήματος. Τα στοιχεία του συστήματος αποβλήτων αντιστοιχούν στις λειτουργίες που κανονικά βελτιστοποιούνται από την τεχνοκεντρική προσέγγιση του WM, π.χ. συλλογή, μεταφορά, απόρριψη και επεξεργασία, αλλά επεκτείνοντάς τα ώστε να περιλαμβάνουν επίσης στοιχεία ελαχιστοποίησης των αποβλήτων, δηλαδή μείωση, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και ανάκτηση (Scheinberg et al. 2001). Τα εμπλεκόμενα μέρη είναι όλοι οι φορείς που εκτελούν τις λειτουργίες που ορίζονται από τα στοιχεία του συστήματος αποβλήτων και αλληλοεπιδρούν με το σύστημα WM. Οι δύο αυτές κατηγορίες, δηλαδή οι ενδιαφερόμενοι φορείς και τα στοιχεία του συστήματος αποβλήτων αποτελούν το κοινωνικοτεχνικό σύστημα του πλαισίου ISWM. Το πλαίσιο στο οποίο λειτουργεί το κοινωνικοτεχνικό σύστημα περιγράφεται από τον Scheinberg χρησιμοποιώντας διαφορετικές πτυχές. Υπάρχουν έξι καθορισμένες πτυχές που κυμαίνονται από περιβαλλοντικές επιπτώσεις και προγράμματα χρηματοδότησης (που παραδοσιακά περιλαμβάνονται στην WM), έως κοινωνικοπολιτιστικά και θεσμικά στοιχεία που επηρεάζουν τη WM, τα οποία συνήθως λαμβάνονται υπόψη σε μικρότερο βαθμό (Scheinberg et al. 2001).



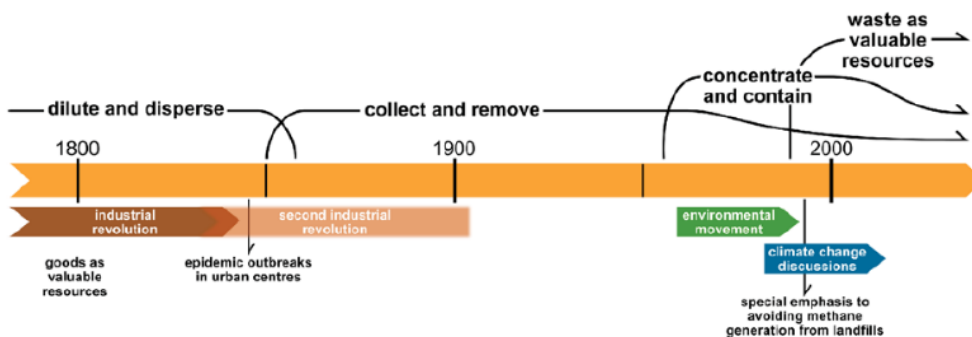
Εικόνα 4: Συστατικά ενός ολοκληρωμένου συστήματος αειφόρου διαχείρισης απορριμμάτων (UN Habitat 2010)

Στα πλαίσια της μεταπτυχιακής αυτής εργασίας θα ασχοληθούμε με τη διαδικασία της ανακύκλωσης ως συστατικό στοιχείο του συστήματος, με ενδιαφερόμενα μέρη τους μαθητές ως «παραγωγούς» απορριμμάτων και υπό το πλαίσιο των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, των κοινωνικοπολιτισμικών στοιχείων που αφορούν στη δημιουργία περιβαλλοντικής συνείδησης αλλά και της ανάπτυξης της συλλογικής ευθύνης των μαθητών.

### 3.2.2 Προσεγγίσεις διαχείρισης απορριμμάτων

Στην εικόνα 5 γίνεται μία επισκόπηση των διαφορετικών προσεγγίσεων διαχείρισης απορριμμάτων που είχε η κοινωνία όλα αυτά τα χρόνια

βασιζόμενη σε διάφορες πηγές που εξηγούν την ιστορική εξέλιξη του WM (UN-Habitat 2010; Baker et al. 2004; Weinberg et al. 2000· Melosi 2004· Bourney et al. 2006). Αν και η ανθρώπινη κοινωνία πάντα απέρριπτε υλικά, η ανάγκη συστηματικής διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων εμφανίστηκε με την αστικοποίηση (Ludwig et al. 2003; Melosi 2004). Πριν από τις μεγάλες πόλεις, η διαχείριση των απορριμμάτων γινόταν με προσέγγιση **«αραίωση και διασπορά»**, όπου το υπολειμματικό υλικό αναμενόταν να απορροφηθεί από το περιβάλλον (Baker et al., 2004). Αυτή ήταν η πρακτική ακόμη και σε μεγάλες πόλεις των αρχαίων πολιτισμών, όπως η Τροία και η Ρώμη, όπου οι απορρίψεις πετάγονταν στους δρόμους χωρίς περαιτέρω επεξεργασία. Αντίθετα, οι ανασκαφές της αρχαίας Βαβυλώνας, της Ελλάδας και της Μεσοποταμίας δείχνουν στοιχεία για καλά κατασκευασμένους υπονόμους και αποχετευτικά συστήματα που προορίζονταν να διευκολύνουν τη συλλογή των λυμάτων, μια πρακτική που επρόκειτο να γίνει πιο διαδεδομένη αργότερα (Melosi 2004). Από αυτούς τους αρχαίους πολιτισμούς μέχρι τη βιομηχανική επανάσταση, οι υλικοί πόροι ήταν σπάνιοι. Ως εκ τούτου, τα οικιακά είδη επισκευάζονταν και επαναχρησιμοποιούνταν, δημιουργώντας ελάχιστα έως καθόλου απορρίμματα (Strasser 2000; Weinberg et al. 2000).



Εικόνα 5: Ιστορική αναδρομή των προσεγγίσεων διαχείρισης απορριμμάτων

Η αύξηση του πληθυσμού και η συγκέντρωσή του σε μικρότερους χώρους και περιοχές στα μέσα του 19<sup>ου</sup> αιώνα εμφανίστηκαν τα πρώτα κρούσματα επιδημιών. Αυτό άλλαξε την προσέγγιση του WM στη **«συλλογή και απομάκρυνση»** προκειμένου να προστατευθεί ο πληθυσμός από τις ανθυγιεινές συνθήκες διαβίωσης (Melosi 2004 · Weinberg et al. 2000).

Κατά συνέπεια, τα απόβλητα άρχισαν να συλλέγονται από τα αστικά κέντρα για να απορρίπτονται αλλού, αλλά χωρίς καμία επεξεργασία. Οι περισσότερες χώρες χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος εξακολουθούν να βασίζονται σε κάποιο βαθμό σε αυτήν την προσέγγιση WM (π.χ. Καμπότζη, Μεξικό, Μαρόκο, Σουρινάμ, Τουρκία) (Hoornweg & Bhada-Tata 2012). Στις δεκαετίες του 1960 και 1970, το περιβαλλοντικό κίνημα προώθησε τη σημασία της διάθεσης των απορριμμάτων με τρόπο που θα ελαχιστοποιούσε τη ρύπανση, προωθώντας την προσέγγιση **«συμπύκνωση και περιορισμός»**. Αυτό σήμαινε αυξημένη εστίαση στην ελαχιστοποίηση των διαρροών αερίου και νερού από τους χώρους υγειονομικής ταφής, καθώς και οι εκπομπές αερίων από την αποτέφρωση αποβλήτων (UN-Habitat 2010; Melosi 2004).

Οι ανησυχίες για την υπερθέρμανση του πλανήτη μετατόπισαν την προσοχή της WM στην αποφυγή της παραγωγής μεθανίου από βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα (UNEP & ISWA 2015). Το μεθάνιο είναι ένα ισχυρό αέριο του θερμοκηπίου, το οποίο παράγεται φυσικά όταν τα βιολογικά απόβλητα, όπως τα απόβλητα τροφίμων ή κήπων, αποσυντίθεται απουσία αέρα. Αυτές οι συνθήκες είναι συνήθως παρούσες όταν βιοαπόβλητα απορρίπτονται σε χώρους υγειονομικής ταφής, επομένως έχει γίνει πιο συνηθισμένο, από τις αρχές του 1990, να αποφεύγεται η απόρριψη μη επεξεργασμένων βιολογικών αποβλήτων (UN-Habitat 2010) ή να συλλέγεται το αέριο μεθανίου που παράγεται σε ελεγχόμενους χώρους υγειονομικής ταφής. Η παγκόσμια ζήτηση για πόρους αυξάνεται λόγω της αύξησης του πληθυσμού και της

κατανάλωσης, ενώ η ικανότητα του πλανήτη να παρέχει τους απαραίτητους πόρους μειώνεται (Baker et al. 2004). Ο κίνδυνος εξάντλησης των πόρων άλλαξε την προσέγγιση WM για άλλη μια φορά, ώστε να θεωρούνται τα «απόβλητα ως πολύτιμοι πόροι», αντί απλώς οι ανεπιθύμητες απορρίψεις.

Με βάση αυτή την προσέγγιση προέκυψαν τα τρία **R της σύγχρονης «υπεύθυνης» διαχείρισης απορριμμάτων: Reduce, Reuse, Recycle**. Αυτό σημαίνει ότι στρατηγικές όπως η μείωση, η επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωση απορριμμάτων χρησιμοποιούνται πλέον πιο συχνά στις προσπάθειες WM, ενώ η ανάκτηση (recovery) ενέργειας από τα απορρίμματα είναι επίσης ένας στόχος της διαδικασίας για να καταλήξουμε στην απόρριψη (disposal) των υπολειμμάτων των προηγούμενων διαδικασιών και εφόσον αυτό είναι απαραίτητο.



Εικόνα 6: Τα 3R της υπεύθυνης διαχείρισης απορριμμάτων (<https://waste4change.com/blog/waste4change-supports-3r-reduce-reuse-recycle-green-concept/>)

Αρκετοί συγγραφείς υποστηρίζουν ότι είναι απαραίτητο να προχωρήσουμε πέρα από το WM, προτείνοντας μια προσέγγιση μηδενικών αποβλήτων (Hagggar 2010; Ludwig et al. 2003; Curran & Williams 2012). Ως μηδενικά απόβλητα ορίζεται μια ολιστική προσέγγιση που στοχεύει στην εξάλειψη των

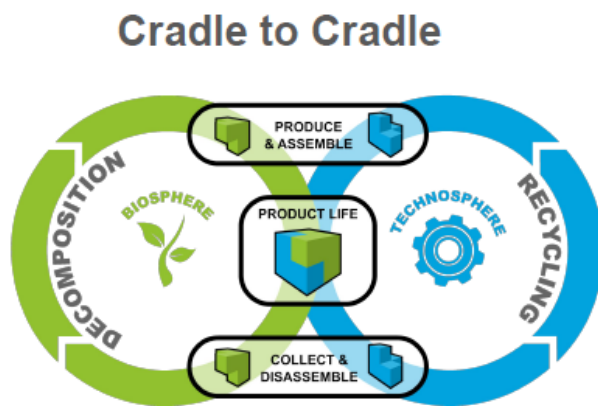
αποβλήτων παρά στη διαχείρισή τους. Όσοι προτείνουν μηδενικά απόβλητα σκοπεύουν να εξαλείψουν τα απόβλητα διατηρώντας και ανακτώντας υλικούς πόρους καθώς και μειώνοντας τον όγκο και την τοξικότητα των αποβλήτων, ενεργώντας στην πηγή παραγωγής αποβλήτων (Williams & Curran 2010). Σε αυτό το πνεύμα, η *Zero waste* προσέγγιση, καθώς και η *Cradle to Cradle* ή η *Circular Economy*, προτείνουν την υιοθέτηση συστημάτων πόρων εντελώς κλειστού βρόχου αλλάζοντας θεμελιώδεις στρατηγικές παραγωγής (McDonough & Braungart 2002, McArthur Foundation, 2013). Για λόγους πληρότητας της παρουσίασης οι προσεγγίσεις αυτές θα παρουσιαστούν συνοπτικά στην επόμενη παράγραφο αλλά δεν αποτελούν μέρος της προσέγγισης της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας.

Αρχικά λοιπόν θα αναφερθούμε στην προσέγγιση *Zero waste* στα πλαίσια της **βιομηχανικής οικολογίας** που εμφανίστηκε τη δεκαετία του 1990 ως ένα αναδυόμενο πεδίο που είχε ως στόχο να ελαχιστοποιήσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της παραγωγής βελτιστοποιώντας την κατανάλωση υλικών και ενέργειας σε "βιομηχανικά οικοσυστήματα", ενώ ταυτόχρονα ελαχιστοποιούνταν η παραγωγή αποβλήτων (Garner & Keoleian 1995). Τα βιομηχανικά οικοσυστήματα προτάθηκαν ως μια ομάδα βιομηχανιών που μαζί θα μπορούσαν να μιμηθούν τα φυσικά οικοσυστήματα χρησιμοποιώντας όλα τα υλικά που ρέουν στις διάφορες βιομηχανικές διεργασίες.

Η περίσσεια υλικών ή ενέργειας από μια βιομηχανία θα μπορούσε για παράδειγμα να χρησιμεύσει ως πρώτη ύλη για μια άλλη διαδικασία, αποφεύγοντας έτσι εντελώς τη δημιουργία αποβλήτων. Τα οικολογικά βιομηχανικά πάρκα έχουν αναπτυχθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να διευκολύνουν αυτούς τους τύπους συνεργασιών και έχουν δείξει μεγάλα πλεονεκτήματα

στη μειωμένη κατανάλωση πόρων και την παραγωγή αποβλήτων (Chertow 2000; Jacobsen 2006).

Το *Cradle to Cradle (C2C)* ακολουθεί τη γραμμή σκέψης της βιομηχανικής οικολογίας, αλλά εστιάζει στο επίπεδο σχεδιασμού του προϊόντος. Χρησιμοποιώντας την υπόθεση ότι "τα απόβλητα ισούται με τρόφιμα", το C2C υπογραμμίζει τη σημασία του σχεδιασμού προϊόντων λαμβάνοντας επίσης υπόψη τι συμβαίνει στο προϊόν μετά τη λήξη της ωφέλιμης ζωής του (McDonough & Braungart 2002). Το C2C προτείνει ότι το στάδιο του τέλους ζωής των προϊόντων (δηλαδή όταν ένα προϊόν δεν είναι πλέον χρήσιμο) θα πρέπει να μετατραπεί σε ένα νέο στάδιο "κούνιας" για το επόμενο προϊόν. Αυτό σημαίνει ότι το C2C επεκτείνει το χώρο δράσης από την κατασκευή, για να συμπεριλάβει επίσης τη χρήση και την ενδεχόμενη επαναχρησιμοποίηση των προϊόντων (Εικόνα 7).



Εικόνα 7: Η θεωρία Cradle to cradle στη διαχείριση απορριμμάτων (<https://eclass.aegean.gr/modules/document/index.php?course=511425&openDir=/58b843e6yfPF>)

Τέλος, η Κυκλική Οικονομία (CE) είναι ένας γενικός όρος για μια βιομηχανική οικονομία που ανακυκλώνει υλικά χρησιμοποιώντας οδούς ανάκτησης

πόρων, για να ελαχιστοποιήσει τα απόβλητα και τη ρύπανση. Οι διαδρομές ανάκτησης πόρων είναι οι διαδρομές που μπορούν να ακολουθήσουν οι πόροι για να κυκλοφορήσουν πίσω στο σύστημα παραγωγής, το CB έχει τις ρίζες του σε διάφορες σχολές σκέψης, συμπεριλαμβανομένης της βιομηχανικής οικολογίας, της C2C, της Βιομιμητικής κλπ, μεταξύ άλλων (Mc Arthur Foundation, 2013). Όλες αυτές οι πηγές βασίζονται στην ιδέα ότι η κατασκευή και η κατανάλωση πρέπει να μιμούνται τα φυσικά οικοσυστήματα, όπου οι ροές πόρων και ενέργειας είναι χρήσιμες και αναγεννητικές για το περιβάλλον που τις συντηρεί (Εικόνα 8).

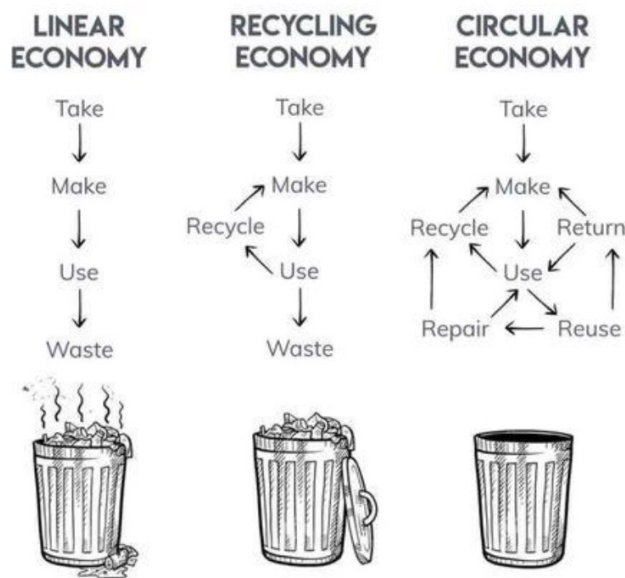


image source: <https://thecollective.com/blogs/r-stories/circular-economy-vs-linear-economy>

Εικόνα 8: Σύγκριση γραμμικής, ανακυκλωτικής και κυκλικής οικονομίας στη διαχείριση απορριμμάτων (Αειφόρος σχεδίαση, Cradle to cradle, eclass)

Η επίτευξη της πλήρους κυκλικής οικονομίας όπως δείχνει και η παραπάνω εικόνα 8 προϋποθέτει τη δημιουργία βρόγχων μεταξύ της παραγωγής και της χρήσης των απορριμμάτων έτσι ώστε να μην καταλήγουν τελικά σε απορρίμματα και αποτελεί ίσως μία αρκετά δύσκολη για την επίτευξή της διαδικασία. Η **διαδικασία της ανακύκλωσης**, παρουσιάζεται και στους δύο



τελευταίους τύπους οικονομίας/διαχείρισης αποβλήτων και έχει σαν σκοπό την μείωση των απορριμμάτων μέσω της ανακύκλωσης κάποιων από αυτά και την ένταξή τους σε ένα νέο κύκλο παραγωγής.

Στη συνέχεια θα αναφερθούμε αναλυτικότερα στη διαδικασία της ανακύκλωσης, τα είδη των προϊόντων που μπορούν να ανακυκλωθούν. Επίσης θα παρουσιάσουμε κάποια στοιχεία που αφορούν διεθνή και ελληνικά δεδομένα και αφορούν την ανακύκλωση.

#### **4. ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ**

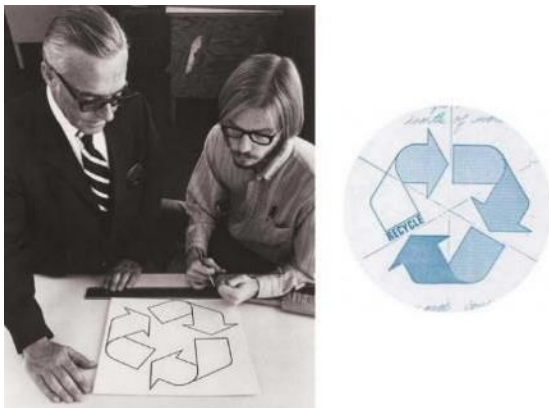
Ως ανακύκλωση απορριμμάτων χαρακτηρίζουμε τη διαδικασία επαναχρησιμοποίησης εν μέρει ή συνολικά ενός προϊόντος το οποίο αποτελεί έμμεσα ή άμεσα αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας και το οποίο, στην μορφή που βρίσκεται πλέον δεν αποτελεί αγαθό για τον άνθρωπο.

##### **4.1 Ιστορία της ανακύκλωσης**

Ακόμη και από την εποχή του Χαλκού αντικείμενα συλλέγονταν, λειώνονταν και ανακυκλώνονταν για τη δημιουργία νέων αντικειμένων. Αυτό συνεχίστηκε και στην Αρχαία Ελλάδα αλλά και την Ρωμαϊκή αυτοκρατορία. Στο Βυζάντιο γινόταν και ανακύκλωση γυαλιού. Η πρώτη προσπάθεια ανακύκλωσης χαρτιού καταγράφεται το 103 στην Ιαπωνία και αφορά έγγραφα και χαρτί που μετατρέπονταν σε χαρτοπολτό και επαναπωλούνταν ενώ το 1690 στην Philadelphia των ΗΠΑ παράγεται χαρτί από ανακυκλωμένες ίνες βαμβακιού και λιναριού.

Η διαδικασία της ανακύκλωσης με την έννοια της συλλογής, διαλογής και προώθησης προς επεξεργασία και επαναχρησιμοποίηση προϊόντων

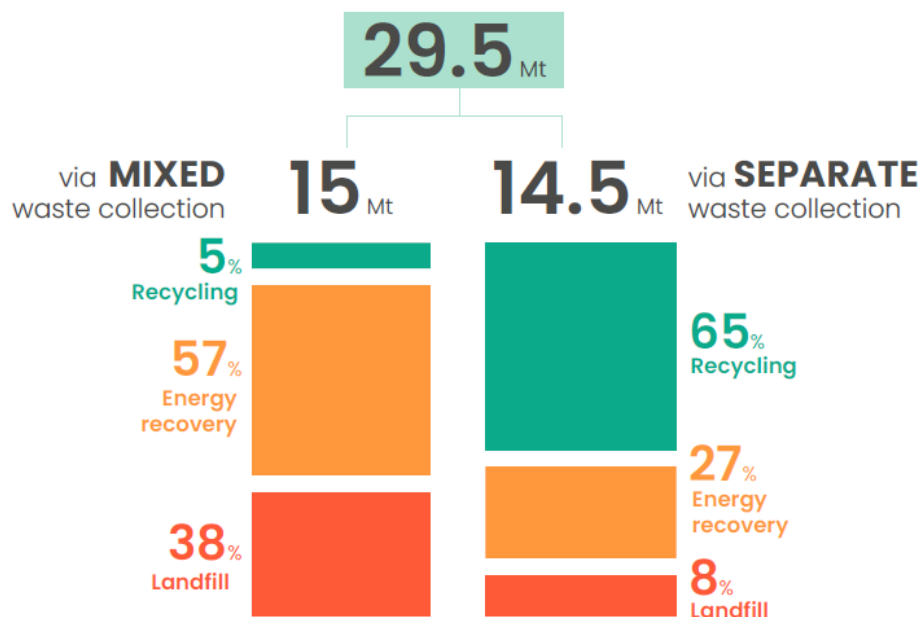
χαρτιού, γυαλιού, μετάλλου ή ενδυμάτων εμφανίζεται στο Λονδίνο και την Νέα Υόρκη στα 1900, ενώ το πρώτο εργοστάσιο ανακύκλωσης μεταλλικών συσκευασιών από αναψυκτικά ανοίγει το 1904 στο Σικάγο και το Cleveland. Στα χρόνια που ακολούθησαν μέχρι το τέλος του Β Παγκοσμίου πολέμου η ανακύκλωση παρουσιάστηκε σαν μία αναγκαιότητα επιβίωσης κατά το Μεγάλο Κραχ (Great Depression 1930) ή για την υποστήριξη των στρατευμάτων (ανακύκλωση νάιλον, μετάλλων, καουτσούκ) . Αυτό έληξε μετά το τέλος του πολέμου και με την ανάπτυξη και το υπερκαταναλωτικό πρότυπο που ακολούθησε για τις τουλάχιστον δύο επόμενες δεκαετίες, όπου η ιδέα των προϊόντων μιας χρήσης και η άνεση και η ευκολία αποτέλεσαν τις πιο επιθυμητές ιδιότητες για ένα προϊόν οδηγώντας φυσικά στη ρύπανση του περιβάλλοντος με άχρηστα υλικά. Η μόνη ίσως βιομηχανία που αναγνώρισε (κυρίως λόγω του οικονομικού οφέλους) το όφελος της ανακύκλωσης ήταν η βιομηχανία ανακύκλωσης αλουμινίου μετά και την εισαγωγή των all-aluminium can το 1964. Από το 1970 και μετά με την εμφάνιση εκτεταμένων φαινομένων ρύπανσης (νέφος), του φαινομένου του θερμοκηπίου και της τρύπας του όζοντος, άρχισαν πλέον αναπτύσσονται τα περιβαλλοντικά κινήματα που σαν στόχο είχαν ένα πιο βιώσιμο περιβάλλον με λιγότερα απορρίμματα και οικονομία των ενεργειακών πηγών. Ο Gary Anderson σχεδίασε το γνωστό σήμα της ανακύκλωσης στα πλαίσια ενός διαγωνισμού και αυτό αποτέλεσε έκτοτε και το σήμα για τα 3R (Reduce, reuse, recycle) της βιώσιμης οικονομίας (Εικόνα 9).



*Εικόνα 9: Ο Gary Anderson σχεδιάζει το σήμα της ανακύκλωσης  
(<https://www.buschsystems.com/resource-center/page/a-brief-timeline-of-the-history-of-recycling>)*

Εντασσόμενη στο τρίπτυχο αυτό, η ανακύκλωση, αποτελεί σήμερα μία μέση επιλογή στην ιεραρχία της απόρριψης των απορριμμάτων (εικόνα 8). Πρωταρχικός στόχος φυσικά παραμένει η μείωση (reduce) των απορριμμάτων, ενώ και η πολλαπλή χρήση πριν την απόρριψη συμβάλλει σε αυτή την κατεύθυνση (Waste law circular economy speakers notes EU, 2016)

Όπως σημειώνει η Plastics Europe EU (2022) για την επιτυχία της ανακύκλωσης είναι ο διαχωρισμός στην πηγή της συλλογής όπως δείχνει η παρακάτω εικόνα 10 (η οποία αφορά πλαστικά απορρίμματα) στην οποία σημειώνεται ότι στην περίπτωση μεικτής συλλογής των απορριμμάτων μόνο το 5% των πλαστικών μπορεί να ανακυκλωθεί ενώ ένα 40% καταλήγει στο έδαφος, αντίθετα από την διαχωρισμένη συλλογή όπου 65% των πλαστικών ανακυκλώνονται και μόνο ένα 8% καταλήγει στο έδαφος.



Εικόνα 10: Σύγκριση δεδομένων ανακύκλωσης πλαστικών μέσω μεικτής και διαχωρισμένης συλλογής (<https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2022/>)

#### 4.2 Ανακυκλώσιμα Υλικά και διαδικασία ανακύκλωσής τους

Η Ευρωπαϊκή ένωση έχει θέσει σαν στόχο στα πλαίσια της βιώσιμης διαχείρισης των απορριμμάτων για τις χώρες μέλη της, την ανακύκλωση του 75% των απορριμμάτων που προέρχονται από συσκευασίες μέχρι το 2030. Σε αντίστοιχη μελέτη μάλιστα γίνεται αναλυτική παρουσίαση των επιμέρους υλικών που στοχεύει η ανακύκλωση και αφορά: το 75% του ξύλου, 85% του σιδηρομεταλλεύματος, 85% του αλουμινίου, 85% του γυαλιού και το 85% χαρτιού και χαρτονιού και αφορά για τις πρώτες δύο κατηγορίες κυρίως επαγγελματίες και βιομηχανίες ενώ για τις τρεις τελευταίες τις προηγούμενες

δύο επαγγελματικές ομάδες αλλά και τα νοικοκυριά και χώρους όπως υπηρεσίες, σχολεία κλπ. European Parliament news, 2023) (εικόνα 11)



Εικόνα 11: Ευρωπαϊκός στόχος ανακύκλωσης μέχρι το 2030

Αναλυτικότερα, στα ανακυκλώσιμα υλικά μπορούμε να κατατάξουμε:

- Το γυαλί
- Το χαρτί
- Το πλαστικό
- Τα υφάσματα
- Ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές και μπαταρίες
- Είδη φωτισμού (π.χ. λάμπες)
- Βιοδιασπάσιμα απόβλητα
- Φάρμακα
- Λάδια

Η κάθε μία από τις παραπάνω κατηγορίες έχει τους δικούς της κανόνες συλλογής και επεξεργασίας και είναι λιγότερο ή περισσότερο δύσκολο να ανακυκλωθεί. Εμείς θα αναφερθούμε ιδιαίτερα σε δύο κατηγορίες: το χαρτί

και το πλαστικό δεδομένου ότι αποτελούν τον κύριο όγκο απορριμμάτων σε μία σχολική τάξη, που αποτελεί και το αντικείμενο της παρούσας μελέτης.

#### **4.2.1 Ανακύκλωση χαρτιού**

##### *Συλλογή*

Όσον αφορά την Ελλάδα, η συλλογή του χρησιμοποιημένου χαρτιού γίνεται με πρωτοβουλία των δημόσιων ή ιδιωτικών φορέων, ενώ δεν υπάρχει επίσημο εθνικό σύστημα συλλογής. Πολλές εμπορικές επιχειρήσεις και βιομηχανίες συλλέγουν το χαρτί σε ειδικούς κάδους, το οποίο μετά οδηγείται σε χαρτοβιομηχανίες για ανακύκλωση. Το χαρτί από τα νοικοκυριά συλλέγεται σήμερα στους μπλε κάδους (παρόλο που οι κάδοι αυτοί αφορούν κανονικά σε συσκευασίες) και στη συνέχεια μέσω των Κέντρων διαλογής ανακυκλώσιμων υλικών (ΚΔΑΥ) οδηγείται σε χαρτοβιομηχανίες. Η αρχική ποιότητα του χαρτιού είναι σημαντική για την περαιτέρω διαδικασία της ανακύκλωσης και το προς ανακύκλωση χαρτί θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο καθαρό (π.χ. δεν πρέπει να ανακυκλώνονται χρησιμοποιημένες χαρτοπετσέτες, χαρτομάντηλα κλπ)

##### *Πολτοποίηση*

Το χαρτί, αφού συλλεχθεί και διαχωριστεί, μεταφέρεται σε μηχανές πολτοποίησης όπου τεμαχίζεται και βυθίζεται σε νερό, έτσι ώστε να γίνει διαχωρισμός και καθαρισμός των ινών του. Ο καθαρισμός αφορά αρχικά στις μεγάλες ξένες προσμίξεις όπως τα συρραπτικά και τα ίχνη από πλαστικό και γυαλί. Οι ίνες τους χαρτιού σταδιακά καθαρίζονται και ο πολτός φιλτράρεται αρκετές φορές, ώστε να καταστεί κατάλληλος για επεξεργασία.

### *Απομελάνωση*

Μετά την πολτοποίηση φάση ακολουθεί ο καθαρισμός του χαρτιού από μελάνια που τυχόν φέρει. Η διαδικασία αυτή λέγεται απομελάνωση και στόχος είναι η αύξηση της λευκότητας του μίγματος. Στο διάλυμα χαρτιού – νερού διοχετεύεται αέρας και έτσι το μελάνι προσκολλάται στις φυσαλίδες του αέρα και ανεβαίνει στην επιφάνεια από όπου και συλλέγεται. Στη συνέχεια, εάν χρειαστεί, περαιτέρω λεύκανση επιτυγχάνεται με χρήση υπεροξειδίου του υδρογόνου.

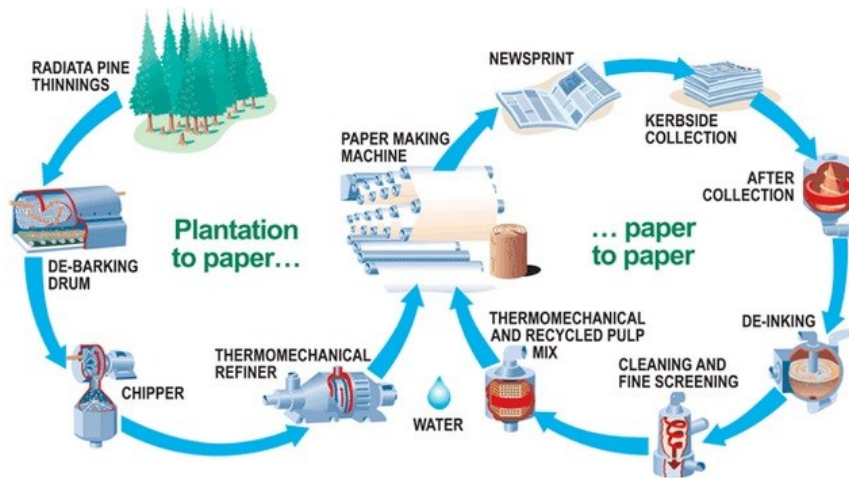
### *Παρασκευή χαρτοπολτού*

Με τις παραπάνω διαδικασίες οι ίνες του χαρτιού προσδευτικά καθαρίζονται και αφού φιλτραριστούν και διαπιστωθεί η καθαρότητά τους, το τελικό προϊόν (πολτός) είναι έτοιμο για τη δημιουργία νέου χαρτιού. Κάποια ποσότητα από νέα πρώτη ύλη προστίθεται ανάλογα με το είδος του χαρτιού που θα παραχθεί. Για παράδειγμα, οι εφημερίδες και τα χαρτόνια συσκευασίας μπορούν να παραχθούν από 100% ανακυκλωμένο χαρτί.

### *Διαμόρφωση φύλλου χαρτιού*

Το χαρτί διαμορφώνεται σε φύλλα, πρεσάρεται και στεγνώνει με τη βοήθεια ειδικού μηχανολογικού εξοπλισμού ενώ η τελική μορφοποίηση γίνεται ανάλογα με τις απαιτήσεις του αγοραστή.

Στην επόμενη εικόνα 12 φαίνεται συνοπτικά η αλυσίδα αρχικής παραγωγής του χαρτιού από ρινίσματα ξύλου και ο κύκλος παραγωγής χαρτιού από χαρτί κατά τη διαδικασία της ανακύκλωσης.



Εικόνα 12: Αλυσίδα παραγωγής και ανακύκλωσης χαρτιού (<https://www.pw.live/chapter-conservation-plant-and-animal/recycling-of-paper>)

#### 4.2.2 Ανακύκλωση πλαστικού

Από το 1855 που ο Alexander Parkes παρασκεύασε το πρώτο πλαστικό πολυμερές και το 1935 που ο Wallace Carothers παρασκεύασε το πρώτο συνθετικό πλαστικό νylon στα εργαστήρια της εταιρίας *DuPont* έχουν περάσει ήδη πολλές δεκαετίες. Η ανθεκτικότητά τους, οι πολλαπλές τους ιδιότητες ανάλογα με τον τρόπο παραγωγής, η ιδιότητά τους να είναι

### World plastics production\* evolution

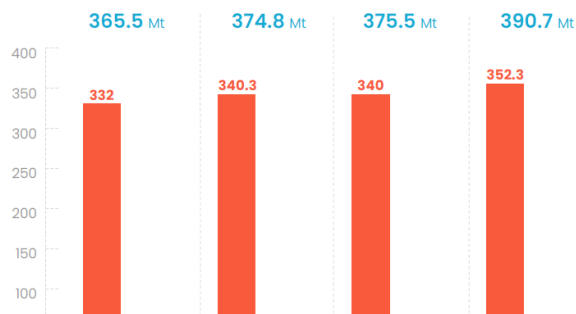
After a stagnation in 2020 due to the Covid-19 pandemic, the global plastics production increased to 390.7 million tonnes in 2021.

in million tonnes

■ Fossil-based plastics<sup>1</sup>

■ Post-consumer recycled plastics<sup>2</sup>

■ Bio-based plastics (including bio-attributed plastics in 2021 data)<sup>3</sup>



Εικόνα 13: Αύξηση της παγκόσμιας παραγωγής πλαστικού από ορυκτές πηγές τα τελευταία 5 χρόνια σε σύγκριση με τα ανακυκλωμένα πλαστικά (<https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2022/>)



ηλεκτρικοί μονωτές, να είναι αδιαπέραστα από το νερό, να αντέχουν σε χαμηλές θερμοκρασίες, η ευχέρεια μορφοποίησης, η αντοχή τους σε ένα βαθμό σε κρούση και σε χάραξη, η σκληρότητά τους κλπ τα ανήγαγε σε υλικά επιλογής για πάρα πολλά, αντικείμενα και χρήσεις. Γι' αυτό και η παγκόσμια παραγωγή πλαστικού έχει αυξηθεί εκθετικά μέσα σε λίγες μόνο δεκαετίες από το 1950 (1.5 εκατομμύριο τόνοι) σε 359 εκατομμύρια τόνους το 2018 και 390 εκατομμύρια τόνους το 2022 (Εικόνα 13).

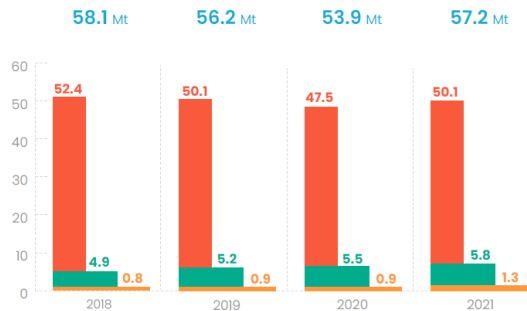
Τα αντίστοιχα δεδομένα για την Ευρώπη φαίνονται στην εικόνα 14 (Plastics Europe, 2022)

## European plastics production\* evolution

After a decrease in 2020 due to the Covid-19 pandemic, the European production increased to 57.2 million tonnes in 2021.

In million tonnes

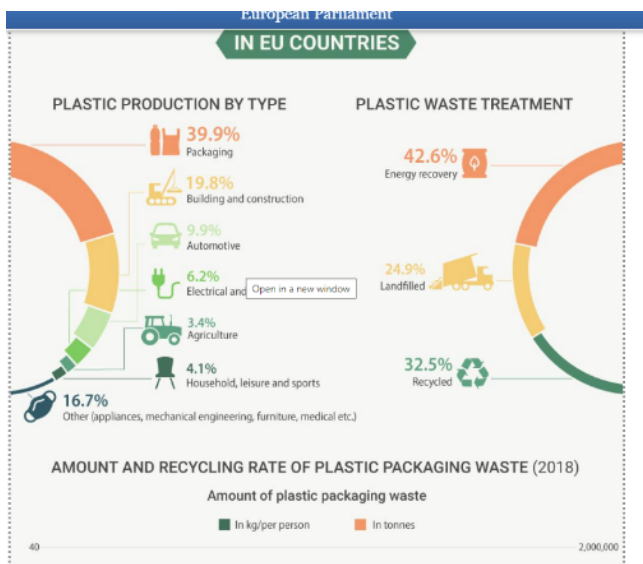
- Fossil-based plastics<sup>1</sup>
- Post-consumer recycled plastics<sup>2</sup>
- Bio-based plastics (including bio-attributed plastics in 2021 data)<sup>3</sup>



Εικόνα 14: Αύξηση της παραγωγής πλαστικού στην Ευρώπη από ορυκτές πηγές τα τελευταία 5 χρόνια σε σύγκριση με τα ανακυκλωμένα πλαστικά και τα βιοπλαστικά (<https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2022/>)

Η αρχική πηγή παραγωγής των πλαστικών είναι ακόμη σε συντριπτικό ποσοστό τα ορυκτά καύσιμα όπως φαίνεται και από τις παραπάνω εικόνες, ενώ μόνο ένα πολύ μικρό ποσοστό προέρχεται από ανακύκλωση πλαστικών και ένα ακόμη μικρότερο αποτελούν τα βιο-πλαστικά. Η ανθεκτικότητα στη διάβρωση, μία πολύ σημαντική ιδιότητά τους που συνέβαλλε και στην έκρηξη της παραγωγής τους αλλά και η αδυναμία αποικοδόμησής τους από τα φυσικά οικοσυστήματα, κινητοποίησε αι

ευαισθητοποίησε τις κοινωνίες από το 1970 και μετά, όταν η ταχύτητα εξάντλησης των φυσικών πόρων (χωρίς αντίστοιχη αναπλήρωση) από τη μία και η επιβάρυνση του περιβάλλοντος από μη-αποικοδομήσιμους ρύπους έγιναν περισσότερο φανερές. Στα πλαίσια των προσπαθειών για μία βιώσιμη ανάπτυξη που αναφέρθηκαν και στο προηγούμενο κεφάλαιο στην Ευρωπαϊκή Ένωση γίνονται προσπάθειες μείωσης του αποτυπώματος της απόθεσης των πλαστικών στο περιβάλλον ενώ ταυτόχρονα γίνονται και προσπάθειες ανακύκλωσης των πλαστικών συσκευασιών που απορρίπτονται. Στην εικόνα 15 φαίνονται οι πηγές παραγωγής πλαστικών απορριμμάτων ανά «παραγωγό» αλλά και η κατανομή της επεξεργασίας τους.



Εικόνα 15: Πηγές παραγωγής πλαστικών απορριμμάτων ανά «παραγωγό» και κατανομή της επεξεργασίας τους

Οι διάφορες Ευρωπαϊκές χώρες έχουν αρκετά διαφορετικά προφίλ ανακύκλωσης όπως φαίνεται στην επόμενη εικόνα 16 με πρωτοπόρους την Λιθουανία και τη Σλοβενία, ενώ υψηλά ποσοστά (πάνω από 50%) εμφανίζουν η Σουηδία, η Ισπανία, η Βουλγαρία, η Τσεχία και η Σλοβακία

καθώς και η Δανία. Η Ελλάδα βρίσκεται σε χαμηλότερη θέση με ποσοστό 30-40%.



Εικόνα 16:Plastic waste and recycling in the EU: facts and figures, Society Updated: 18-01-2023 - 15:09 (<https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20181212STO21610/plastic-waste-and-recycling-in-the-eu-facts-and-figures>)

Η ανακύκλωση των πλαστικών μπορεί να διακριθεί στις εξής κατηγορίες: (<http://users.uoi.gr/nbarkoul/>):

- Πρωτογενή ή εσωτερική ή ανακύκλωση κλειστού βρόγχου: όπου αντικείμενα εκτός προδιαγραφών ή σκάρτο παραγωγής πλαστικού μπορεί να μετατραπεί με συμβατικές μεθόδους σε προϊόντα εφάμιλλης ποιότητας με το παρθένο υλικό (συνήθως εντός των εγκαταστάσεων παραγωγής),
- Δευτερογενή ή ανακύκλωση μετά τη χρήση ή φυσική μηχανική ανακύκλωση: όπου μετακαταναλωτικά πλαστικά (που έχουν υποστεί ή όχι προκαταρκτικό διαχωρισμό) μετατρέπονται σε προϊόντα με λιγότερες απαιτήσεις ποιότητας από τα μητρικά προϊόντα ,

- *Τριτογενή ή χημική/θερμική ανακύκλωση με ανάκτηση πρώτων υλών:* όπου παράγονται χημικά και καύσιμα υλικά από μετακαταναλωτικά υλικά και τέλος
- *Τεταρτογενή ανακύκλωση ή θερμική με ανάκτηση ενέργειας:* όπου με ένα σύνολο διεργασιών (κλιβανισμός) παράγεται θερμική ενέργεια από τα μετακαταναλωτικά πλαστικά .

Η ανακύκλωση των πλαστικών είναι δύσκολη και υπάρχουν αρκετοί λόγοι γι' αυτό. Δεν είναι όλα τα πλαστικά κατάλληλα για ανακύκλωση, η ανακύκλωσή τους μπορεί να μην είναι συμφέρουσα, η ποσότητα του προς ανακύκλωση πλαστικού που απαιτείται για να λειτουργήσουν οι επεξεργαστές πλαστικού και η ενέργεια που απαιτείται γι' αυτό, αλλά και πολλές φορές η ποιότητα και η τιμή του ανακυκλωμένου προϊόντος σε σχέση με το αντίστοιχο του μη ανακυκλωμένο περιπλέκουν τη διαδικασία και την κάνουν μη ελκυστική.

Θα αναφερθούμε στη συνέχεια στα είδη πλαστικών σημειώνοντας αυτά που μπορούν να ανακυκλωθούν καθώς και συνοπτικά στη διαδικασία ανακύκλωσης.

#### **4.2.2.1 Κατηγορίες πλαστικών**

**A) PET (Πολυαιθυλένιο ή Τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο):** Το πλαστικό αυτό χρησιμοποιείται στα μπουκάλια νερού, αναψυκτικών και μαγειρικού λαδιού, και ανακυκλώνεται.

**B) HDPE (Υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο):** Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν τα πιο «σκληρά» πλαστικά, που χρησιμοποιούνται κυρίως στη

συσκευασία απορρυπαντικών, υγρά πιάτων, καπάκια κ.ά., και μπορούν να ανακυκλωθούν.

**Γ) LDPE (Χαμηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο):** Χρησιμοποιείται σε προϊόντα όπως πλαστικές σακούλες, μεμβράνες και δοχεία αποθήκευσης τροφίμων, και ανακυκλώνεται σε ορισμένες περιπτώσεις.

**Δ) PP (Πολυπροπυλένιο):** Θα το συναντήσουμε σε καλαμάκια, κεσεδάκια γιαουρτιού και μαργαρίνης, στη συσκευασία προϊόντων όπως όσπρια, ζυμαρικά, αρτοποιήματα κ.ά. Ανακυκλώνεται σε ορισμένες περιπτώσεις.

**Ε) PS (Πολυστυρένιο):** Είναι το πλαστικό από το οποίο κατασκευάζονται ποτήρια και δοχεία φελιζόλ, γλάστρες, παιχνίδια κ.ά. Δεν ανακυκλώνεται

**ΣΤ) PVC (Πολυβινυλοχλωρίδιο):** Χρησιμοποιείται κυρίως σε οικιακά είδη, σωλήνες κ.ά. Αν καεί, παράγει επικίνδυνες χημικές ουσίες (διοξίνες και φουράνια). Δεν ανακυκλώνεται.

**Ζ) Άλλα:** Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται άλλες πλαστικές ρητίνες, όπως πολυανθρακικά, νάιλον, ABS, που χρησιμοποιούνται π.χ. σε CD, μπιμπερό, συσκευασίες φαρμάκων, υπολογιστές. Σε ορισμένες περιπτώσεις ανακυκλώνονται.

Στα πιο γνωστά «παρεξηγημένα» πλαστικά που ΔΕΝ ανακυκλώνονται ανήκουν η μεμβράνη τροφίμων και το φουσαλιδωτό υλικό συσκευασίας.

Σε κάθε περίπτωση η ανακύκλωση ακολουθεί τα παρακάτω στάδια τα οποία μπορεί να διαφοροποιηθούν ανάλογα με το αρχικό αλλά και το τελικό προϊόν και αποδέκτη.

### 4.2.2.3 Στάδια Ανακύκλωσης πλαστικού

#### Συλλογή

Το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει τη συλλογή των χρησιμοποιημένων πλαστικών από τα σπίτια και τις δομές (π.χ. σχολεία, δημόσιες υπηρεσίες κλπ). Οι εταιρείες ανακύκλωσης τοποθετούν τους κάδους ανακύκλωσης σε δημόσιους χώρους, εμπορικά ή και βιομηχανικές περιοχές. Ο χώρος στον οποίο θα τοποθετηθεί ο κάδος ανακύκλωσης μπορεί να είναι πολύ σημαντικός για την επιτυχία της ανακύκλωσης όπως θα δούμε σε επόμενο κεφάλαιο. Και στην περίπτωση των πλαστικών το πρώτο αυτό στάδιο είναι σημαντικό και όσο πιο «κατάλληλα» για ανακύκλωση είναι τα πλαστικά που αποτίθενται στους κάδους πιο αποδοτική είναι η παραπέρα διαδικασία.

#### Μεταφορά

Η αποκομιδή των κάδων γίνεται από ειδικά απορριμματοφόρα που συμπιέζουν αρχικά το περιεχόμενο για να το μεταφέρουν στις εγκαταστάσεις ανακύκλωσης.



## Διαλογή

Τα πλαστικά είναι διαφόρων ειδών και όπως είδαμε κάποια είναι και μη ανακυκλώσιμα γι' αυτό και όταν φτάσουν στην εγκατάσταση διαλογής τα πλαστικά διαχωρίζονται σε κατηγορίες και επίσης ανά χρώμα και πάχος. Σε σύγχρονες εγκαταστάσεις η διαλογή γίνεται με ειδικό εξοπλισμό αλλά σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να γίνεται και με τα χέρια. Η διαλογή είναι πολύ σημαντική διαδικασία γιατί διαχωρίζει υλικά τα οποία χρειάζονται διαφορετική περαιτέρω επεξεργασία για να ανακυκλωθούν. Επειδή οι κάδοι ανακύκλωσης συνήθως συλλέγουν ταυτόχρονα χαρτί, πλαστικό, συσκευασίες αλουμινίου και λευκοσιδήρου και γυαλί, η αρχική διαλογή προσπαθεί να διαχωρίσει τα υλικά αυτά μεταξύ τους. Επίσης με ειδικούς διαχωριστές που αποτελούνται από μεγάλους μαγνήτες (eddy currents separators) διαχωρίζονται τα μεταλλικά από τα μη μεταλλικά αντικείμενα. Ιδιαίτερα όσον αφορά τα πλαστικά ειδικός εξοπλισμός με υπέρυθρες ακτίνες διαχωρίζει τις διάφορες κατηγορίες πλαστικών ανάλογα με την οπτική απορρόφηση του πλαστικού. Σε ειδικές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται και διαχωριστές βύθισης/επιπλευσης (sink/float separator) για να διαχωρίσουν πλαστικά υψηλής ή χαμηλής πυκνότητας. απομακρύνονται από τις πλαστικές συσκευασίες



## Επεξεργασία

### Πλύσιμο

Στη φάση αυτή το πλαστικό πλένεται πολύ καλά πριν στεγνώσει και ο τρόπος πλυσίματος εξαρτάται από το επίπεδο μόλυνσης του υλικού. Χρησιμοποιούνται συνήθως πλυντήρια τριβής επειδή είναι πιο οικονομικά και προϋποθέτουν λιγότερη εργασία. Μια άλλη επιλογή είναι οι rotary washers ανάλογα και με το επίπεδο μόλυνσης (Εικόνα 17).



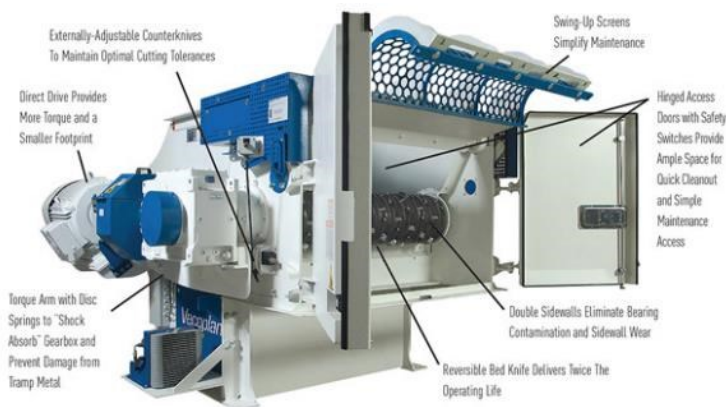
Εικόνα 17: Rotary washer (πάνω) και Friction washer για πλαστικά (κάτω)





## Κονιορτοποίηση (shredding)

Μετά το πλύσιμο το πλαστικό εισάγεται σε κονιορτοποιητές (Εικόνα 18), οι οποίες μειώνουν το μέγεθος του πλαστικού και αναμορφώνουν έτσι ώστε να είναι ευκολότερη η περαιτέρω επεξεργασία. Με τη διαδικασία αυτή επίσης απομακρύνονται impurities (π.χ. κάποιο μέταλλο που διέφυγε στο προηγούμενο στάδιο διαχωρισμού με χρήση μαγνήτη). Το τελικό προϊόν είναι πολύ πιο εύκολο να μεταφερθεί αλλά και να χρησιμοποιηθεί στην τελική φάση παραγωγής κάποιου άλλου προϊόντος



Εικόνα 18: Κονιορτοποιητής πλαστικού (<https://www.vecoplanllc.com/plastics-shredders>)

## Ταυτοποίηση κατηγορίας πλαστικού

Στη φάση αυτή το πλαστικό ελέγχεται για την ποιότητά του και διαχωρίζεται ανάλογα με την πυκνότητα (με την τεχνική βύθισης/επίπλευσης που αναφέρθηκε προηγουμένως). Στη συνέχεια τα πλαστικά διαχωρίζονται ανάλογα με το πάχος σε ένα wind tunnel- τα μεγαλύτερα σωματίδια θα μείνουν χαμηλότερα ενώ τα λιγότερο παχιά θα ανέβουν ψηλά στο τούνελ. Τέλος στις εγκαταστάσεις ανακύκλωσης τα υλικά μπορούν να διαχωριστούν και ανάλογα με το χρώμα και το σημείο τήξης

Διάθεση ως πρώτη ύλη

Στην τελική αυτή φάση τα κονιορτοποιημένα ή αναδιαμορφωμένα υλικά συνήθως αναδιαμορφώνονται για να σχηματίσουν pellets τα οποία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια από τους κατασκευαστές για να παράγουν νέα προϊόντα.

Στην παρακάτω εικόνα 19 δίνεται σχηματικά η διαδικασία ανακύκλωσης πλαστικού.

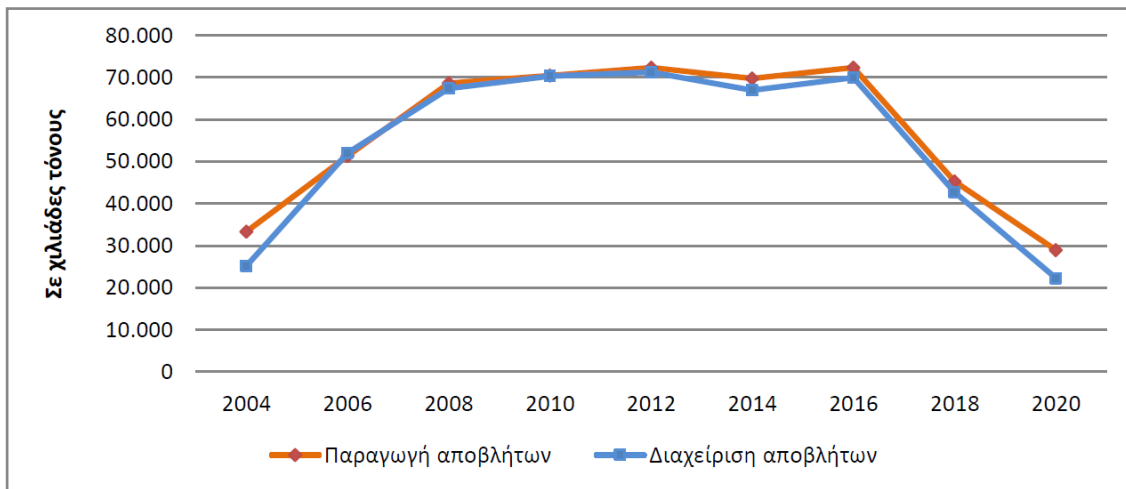


Εικόνα 19: Διαδικασία ανακύκλωσης πλαστικού (από Khadke et al, 2021)

### 4.3 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Τα στοιχεία που θα αναφερθούν στη συνέχεια αφορούν την διαχείριση αποβλήτων και τα αντίστοιχα ποσοστά ανακύκλωσης για στερεά απόβλητα στην Ελλάδα όπως αποτυπώνονται στην τελευταία έκθεση της Ελληνικής

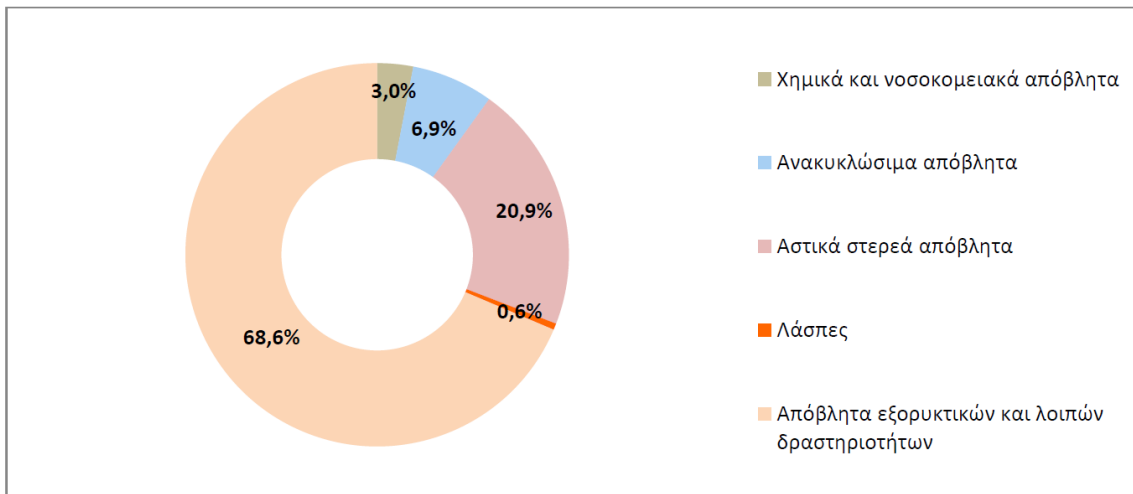
Στατιστικής αρχής, αφορούν το 2020 και δημοσιεύθηκαν το Δεκέμβριο του 2022. Με βάση λοιπόν την έκθεση αυτή η παραγωγή αποβλήτων στην Ελλάδα το 2020 ήταν περίπου 29εκ τόνοι και παρουσίασε μείωση σε σχέση με το 2018 κατά 36%. Η αντίστοιχη διαχείριση αποβλήτων ήταν 22εκ τόνοι περίπου (μειωμένη κατά 47%) σε σύγκριση με το 2018. Η σύγκριση αυτή αλλά και σχετικά δεδομένα από το 2004 φαίνονται στο επόμενη εικόνα 20.



\* Προσωρινά Στοιχεία για το έτος 2020

Εικόνα 20: Εξέλιξη παραγωγής και διάθεσης αποβλήτων 2004-2020 (ΕΛΣΤΑΤ, 2022)

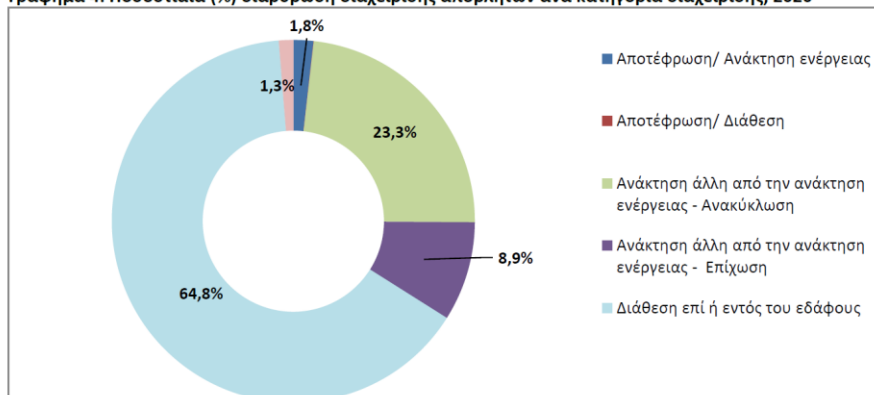
Τα ανακυκλώσιμα απόβλητα ήταν 6.9% και σε αυτά περιλαμβάνονται τα πάσης φύσης απόβλητα που είναι δυνατόν να ανακυκλωθούν όπως εξοπλισμός ηλεκτρονικών και ηλεκτρικών συσκευών, καταλύτες αυτοκινήτων, μεταλλικές και χάρτινες συσκευασίες, χρησιμοποιημένα ελαστικά και παρόμοια υλικά όπως φαίνεται στην εικόνα 21.



Εικόνα 21: Ποσοστιαία (5) διάρθρωση παραγωγής στερεών αποβλήτων ανά κατηγορία το 2020 (ΕΛΣΤΑΤ, 2022)

Αναφορικά με τη διαχείριση των αποβλήτων η ανάκτηση άλλη από την ανάκτηση ενέργειας που περιλαμβάνει την ανακύκλωση αφορούσε το 23.3% των απορριμμάτων που διαχειρίστηκαν (ανεξάρτητα αν αυτά ήταν εξ αρχής προς ανακύκλωση ή αυτό προέκυψε κατά τη διαλογή) δείχνοντας έτσι τις μεγάλες δυνατότητες περαιτέρω διαχωρισμού στην πηγή (Εικόνα 22).

Γράφημα 4: Ποσοστιαία (%) διάρθρωση διαχείρισης αποβλήτων ανά κατηγορία διαχείρισης, 2020\*



\* Προσωρινά Στοιχεία

Εικόνα 22: Ποσοστιαία διάρθρωση διαχείρισης αποβλήτων ανά κατηγορία διαχείρισης το 2020 (ΕΛΣΤΑΤ, 2022)

Η διαλογή απορριμμάτων στην πηγή πραγματοποιείται κατά κύριο λόγο μέσω των μπλε κάδων (Εικόνα 23) . Ιδιωτικές εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον Τομέα συλλέγουν τα προς ανακύκλωση υλικά και τα μεταφέρουν σε εργοστάσια επεξεργασίας όπου ακολουθούνται οι παραπάνω διαδικασίες προκειμένου να προκύψουν προϊόντα που θα μεταπωληθούν στη συνέχεια. Στην Ελλάδα πρακτικά λειτουργεί η Ελληνική Εταιρεία Αξιοποίησης Ανακύκλωσης (ΕΕΑΑ) που ιδρύθηκε τον Δεκέμβριο του 2001 με πρωτοβουλία ελληνικών επιχειρήσεων που δραστηριοποιούνταν στην παραγωγή συσκευασιών και την εμπορία συσκευασμένων προϊόντων, με στόχο να ανταποκριθούν πιο αποτελεσματικά στη νομική τους υποχρέωση για Ανακύκλωση των αποβλήτων συσκευασίας των προϊόντων τους, μέσα από την διαχείριση των πόρων τους, στο πλαίσιο της εθνικής και ευρωπαϊκής νομοθεσίας. Η ΕΕΑΑ, σύμφωνα με τις διατάξεις του νόμου 2939/01, έχει αναπτύξει και λειτουργεί στο σύνολο του Ελλαδικού χώρου το Σύστημα Συλλογικής Εναλλακτικής Διαχείρισης- ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ (ΣΣΕΔ – ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ), βάσει εξαετών Επιχειρησιακών Σχεδίων που εγκρίνονται από τις αρμόδιες αρχές. Οι δήμοι μέσω της Κεντρικής Ένωσης Δήμων και Κοινοτήτων συμμετέχουν στην Εταιρεία σε ποσοστό 35% ενώ το υπόλοιπο ανήκει σε βιομηχανικές και εμπορικές επιχειρήσεις που σύμφωνα με τον Νόμο είναι υποχρεωμένες να μεριμνούν για τη συλλογή και την αξιοποίηση των συσκευασιών των προϊόντων τους. Στα πλαίσια αυτής της δραστηριότητας έχουν πραγματοποιηθεί ή και βρίσκονται σε εξέλιξη διάφορα προγράμματα που απευθύνονται στο γενικό πληθυσμό, στις βιομηχανίες αλλά και σε ειδικές κατηγορίες ή ομάδες πληθυσμού με στόχο πάντα την μεγιστοποίηση τόσο του όγκου των προς ανακύκλωση υλικών όσο και τον καλύτερο διαχωρισμό τους στην πηγή για διευκόλυνση της περαιτέρω επεξεργασίας. Σύμφωνα με τα στοιχεία που αναφέρονται στην ιστοσελίδα της ΕΕΑΑ (<https://www.herrco.gr/etaireia/company-results/>) η εταιρεία καλύπτει το 96% της επικράτειας και ένα σύνολο 306 δήμων στα προγράμματά της. Τα

προς ανακύκλωση υλικά από τους 174000 ενεργούς μπλε κάδους και 10400 μπλε κώδωνες συλλέγονται από τα συνολικά 537 ειδικά απορριμματοφόρα και μεταφέρονται στα 32 κέντρα διαλογής (ΚΔΑΥ) σε ολόκληρη τη χώρα. Το 2021 537000 τόνοι υλικών οδηγήθηκαν προς ανακύκλωση στα ΚΔΑΥ.



*Εικόνα 23: Οι κλασικοί μπλε κάδοι ανακύκλωσης*

Εκτός από τους κλασικούς μπλε κάδους ανακύκλωσης τα τελευταία χρόνια έχουν εισαχθεί και κάδοι άλλων χρωμάτων σε μια προσπάθεια διαχωρισμού στην πηγή των υλικών που απορρίπτονται αλλά αυτό συμβαίνει συνήθως σε πιο επιλεγμένους χώρους που «παράγουν» συγκεκριμένες κατηγορίες ανακυκλώσιμων υλικών όπως χαρτί ή αναλώσιμα ηλεκτρονικών συσκευών όπως π.χ. μελάνια εκτυπωτών κλπ. . Τέτοιοι χώροι είναι υπηρεσίες, σχολεία Πανεπιστήμια κλπ (Εικόνα 24)



Εικόνα 24: Διάφοροι κάδοι για πλαστικά μπουκάλια, χαρτιά, γυαλί, αλουμίνιο και οργανικά υλικά.

Τέλος μια προσέγγιση που στην Ευρώπη υπάρχει ήδη από πολλά χρόνια αλλά στην Ελλάδα εφαρμόστηκε πρόσφατα και σε πιλοτικό στάδιο είναι η ανταποδοτική ανακύκλωση συσκευασιών γυαλιού και πλαστικού με ειδικά μηχανήματα που τοποθετήθηκαν έξω από μεγάλα σούπερ μάρκετ και όπου ο καταναλωτής μπορεί να ρίξει τις προς ανακύκλωση συσκευασίες και να λάβει μια απόδειξη για αγορά αγαθών από το κατάστημα ανάλογα με τον όγκο και το είδος των συσκευασιών που ανακύκλωσε (Εικόνα 25) .

#### 4.4 Η αντίληψη των πολιτών για την ανακύκλωση

Παρόλες τις προσπάθειες που αναφέρθηκαν παραπάνω αλλά και τα οφθαλμοφανή θετικά αποτελέσματα της ανακύκλωσης στην μείωση του αποτυπώματός μας στο περιβάλλον και στην συμβολή της στην

επαναχρησιμοποίηση των υλικών, τα προγράμματα ανακύκλωσης φαίνεται ότι δεν έχουν τον αντίκτυπο που θα έπρεπε και θα ήθελαν οι κοινωνίες. Υπάρχουν αρκετές μελέτες που καταπιάνονται με το θέμα αυτό στην Ελλάδα όπως π.χ. μία μελέτη που μελετά τα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά και τις περιβαλλοντικές παραμέτρους που επηρεάζουν την ανακύκλωση σε κάποιους δήμους (στην περίπτωση αυτή του Σαρωνικού στην Αττική) εστιάζοντας κυρίως στην ανακύκλωση χαρτιού. Από την μελέτη που έγινε με τη μέθοδο ερωτηματολογίων φάνηκε ότι ένα ικανοποιητικό ποσοστό γνωρίζει για την σωστή χρήση των μπλε κάδων ενώ μόνο το ¼ για την σωστή χρήση των πράσινων κάδων με κίτρινο καπάκι (ανακυκλωμένο χαρτί). Η συχνότητα της ανακύκλωσης επηρεάστηκε επίσης από το μορφωτικό επίπεδο, την ηλικία και τη γενικότερη ευαισθητοποίηση σε περιβαλλοντικά θέματα. Ενδιαφέρον ήταν ότι μια δημοτική φορολόγηση που βασίζεται στον όγκο των απορριμμάτων του κάθε νοικοκυριού παρουσιάστηκε ως ένας παράγοντας που θα ωθούσε περισσότερους να ανακυκλώσουν (τιμωρητική πολιτική)(Kostakis, Theodoropoulou & Mitoula (2015). Σε μία άλλη μελέτη (Tilikidou & Delistavrou, 2001) όπου δόθηκε έμφαση στα ψυχοκοινωνικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων φάνηκε ότι ο υλισμός ως κοσμοθεωρία των συμμετεχόντων μπορεί να προβλέψει την συμπεριφορά ανακύκλωσης των συμμετεχόντων κάτι που δεν φαίνεται να ισχύει για το επίπεδο ατομικισμού του.

Τέλος μια ενδιαφέρουσα μελέτη που εξετάζει τα κίνητρα και τους μηχανισμούς εκείνους που θα ωθήσουν ένα άτομο να ανακυκλώσει με συνέπεια ανέδειξε τα κοινωνικά κριτήρια (οικογένεια και φίλοι που ανακυκλώνουν) σαν τον πιο ισχυρό παράγοντα, ακολουθούμενα από τα κίνητρα για την προστασία του περιβάλλοντος. (Delistavrou, A., Tilikidou, I. and Sarmaniotis, C. (2005).)

Ενδιαφέρον είναι ότι τα οικονομικά κριτήρια δεν φάνηκε να επηρεάζουν ιδιαίτερα την συμπεριφορά ανακύκλωσης των συμμετεχόντων και αυτό είναι



Θετικό με την έννοια ότι η ανακύκλωση για να αποτελέσει «συνήθεια» θα πρέπει να βασίζεται σε πιο ισχυρές βάσεις από την απλή «τιμωρία» για την αγορά π.χ. μιας πλαστικής σακούλας ή την «επιβράβευση» μέσω των μηχανημάτων rewarding recycling. Βέβαια σε κάποιο βαθμό και η κατάργηση/χρέωση της πλαστικής σακούλας ώθησε μεγάλο μέρος του πληθυσμού να ακολουθήσει μια συμπεριφορά μη παραγωγής πλεονάσματος πλαστικών απορριμμάτων, χωρίς αυτό να σημαίνει απαραίτητα ότι ενίσχυσε και την ανακυκλωτική τους συμπεριφορά.



Εικόνα 25: Ανταποδοτική ανακύκλωση

Μετά από την παραπάνω γενική επισκόπηση του θέματος της ανακύκλωσης γίνεται κατανοητό ότι η ανακύκλωση είναι μία διαδικασία η οποία για να είναι επιτυχημένη και να συμβάλλει πραγματικά στη μείωση της ρύπανσης του πλανήτη αλλά και στην προώθηση της κυκλικής οικονομίας με στόχο την επαναχρησιμοποίηση των πρώτων υλών, προϋποθέτει συνεπή συμμετοχή όλων των κατηγοριών «παραγωγών» απορριμμάτων αλλά επηρεάζεται και από διαφορετικούς παράγοντες κοινωνικούς, ψυχολογικούς, πρακτικούς, ενημέρωσης και οικονομικούς.

Στα πλαίσια της παρούσας διατριβής θα ασχοληθούμε με το θέμα της ανακύκλωσης στα δημοτικά σχολεία θεωρώντας ότι η εκμάθηση και η εγκατάσταση θετικών συμπεριφορών από μικρή ηλικία μπορεί να βοηθήσει σημαντικά τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα στη δημιουργία πολιτών με οικολογική συνείδηση. Η ομάδα των μαθητών δημοτικού σχολείου έχει κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τα οποία μπορούν να επηρεάσουν την ανάπτυξη της συμπεριφοράς ανακύκλωσης αλλά και κάποιες ιδιαίτερες λόγω ηλικίας ανάγκες οι οποίες θα πρέπει να ληφθούν υπόψη στην προσέγγιση αυτή. Σε αυτά τα χαρακτηριστικά και τις ιδιαιτερότητες θα αναφερθούμε στα επόμενα κεφάλαια προσπαθώντας να σχεδιάσουμε έναν κάδο ανακύκλωσης που θα «μιλάει» στα παιδιά αυτής της ηλικίας ενισχύοντας την οικολογική τους συνείδηση.

## **B. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**



## **5. Η ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΤΑ ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΣΧΟΛΕΙΑ**

### **5.1 Το παιδί, το σχολικό σύστημα και η ανακύκλωση**

Στα προηγούμενα κεφάλαια εξετάσαμε την έννοια της ανακύκλωσης σαν μια ενέργεια σημαντική για την διαχείριση των απορριμμάτων στα πλαίσια μίας βιώσιμης και κυκλικής οικονομίας. Στην προσπάθεια αυτή είναι σημαντική η συνεισφορά του κάθε ενός από εμάς, ανεξάρτητα από ηλικία, φύλο, επαγγελματική δραστηριότητα ή κοινωνική θέση.

Η εκπαίδευση των παιδιών από μικρή ηλικία είναι κομβική όσον αφορά την εγκατάσταση θετικών συνηθειών ανακύκλωσης. Ένα σημαντικό μέρος της παιδικής και εφηβικής ηλικίας το περνούν τα παιδιά στο σχολείο ή σε εκπαιδευτικές δομές άρα είναι σημαντικό οι δάσκαλοι και τα άλλα μέλη του προσωπικού να δίνουν το παράδειγμα στους μαθητές.

Στην εργασία αυτή εστιάζουμε το ενδιαφέρον μας στην ομάδα παιδιών Δημοτικού Σχολείου, δηλαδή στις ηλικίες μεταξύ 6-12 ετών, μία ηλικιακή ομάδα με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά αλλά και μεγάλη ευπλαστότητα και δυνατότητα προσαρμογής όσον αφορά την δημιουργία και εγκαθίδρυση συμπεριφορών.

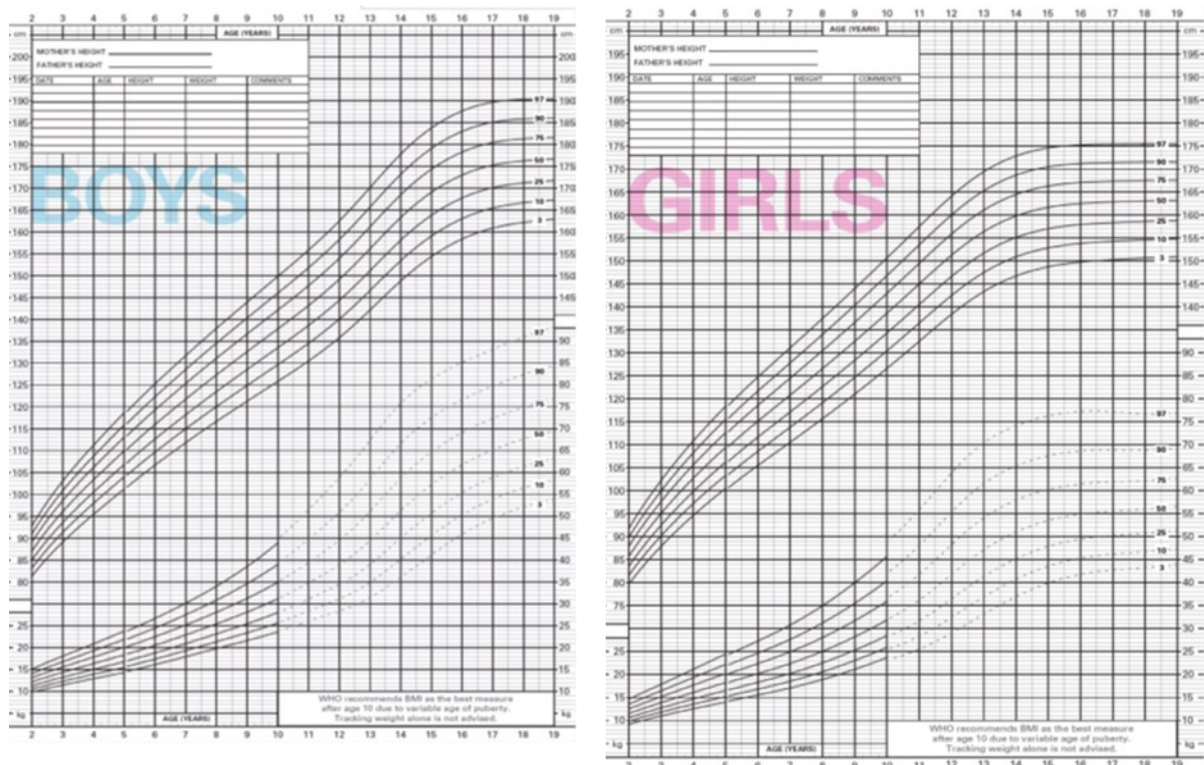
Στη συνέχεια θα αναφερθούμε σε μερικά από τα χαρακτηριστικά της ηλικιακής αυτής ομάδας.

#### **5.1.1 Βασικά χαρακτηριστικά των παιδιών 6-12 ετών**

Όσον αφορά τους σωματομετρικούς δείκτες, τα παιδιά 6-11 ετών έχουν, έχουν διαφορετικό ύψος και βάρος ανά φύλο και ηλικία που κυμαίνεται ως προς την πρώτη παράμετρο για τα κορίτσια από 100-155cm και για τα αγόρια από 102-156cm ενώ το βάρος τους αντίστοιχα από 10-45kg και από 12-65kg σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας. Πρακτικά από την

ηλικία των 10 ετών και άνω ο WHO συνιστά τη χρήση του δείκτη BMI για την εκτίμηση της ανάπτυξης των παιδιών (Εικόνες 26α και 26β)(WHO, 2014)

Εάν οι συνθήκες διατροφής και άσκησης είναι ικανοποιητικές τα παιδιά αυτών των ηλικιών πέρα από τις παροδικές/εποχικές ασθένειες ακολουθούν τις παρακάτω καμπύλες ανάπτυξης στο μεγαλύτερό τους ποσοστό .(ΚΑΤΑΝΟΩΝΤΑΣ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΠΑΙΔΙΩΝ, Peter Smith, Helen Cowie, Mark Blades, Εκδόσεις Τζιόλα, 2018)



Εικόνα 26: Καμπύλες ανάπτυξης αγοριών και κοριτσιών 2-19 ετών.

Όσον αφορά την κίνησή τους σε αυτή την ηλικία τα παιδιά έχουν ήδη ένα βασικό έλεγχο των κινήσεών τους, ικανότητα που αναπτύσσεται με την γραφή, την ζωγραφική και δραστηριότητες όπως είναι η εκμάθηση χορού ή η ενασχόληση με αθλήματα. Όσον αφορά ανώτερες λειτουργίες τα παιδιά αναπτύσσουν τη λογική τους και πληθαίνουν τις γνώσεις τους ενώ

μαθαίνουν να κινούνται και να δρουν αυτόνομα χρησιμοποιώντας την μνήμη και τη δημιουργική τους σκέψη.

Στα χαρακτηριστικά αυτά των παιδιών θα επανέλθουμε κατά τη φάση της σχεδίασης και αξιολόγησης του αντικειμένου της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας, δεδομένου ότι αποτελούν βασικούς παράγοντες της τελικής επιλογής.

Ενώ όπως είπαμε ένα από τα χαρακτηριστικά που κατακτούν τα παιδιά είναι η αυτονομία, η επιθυμία για ομαδικότητα και η προσπάθεια ένταξης σε ομάδες αλλά και η δημιουργία στενότερων σχέσεων με άτομα που θα αποτελέσουν το φιλικό τους περιβάλλον αποτελεί επίσης κύριο χαρακτηριστικό αυτής την ηλικίας. Και ενώ σε μικρότερες ηλικίες η κατάταξη των πράξεων ή των συμπεριφορών των άλλων χαρακτηρίζονται «καλές» ή «κακές» βασιζόμενες στην αξιολόγηση των ενηλίκων, τα παιδιά του Δημοτικού αναπτύσσουν σταδιακά και εγκαθιδρύουν μέσα τους έναν δικό τους κώδικα αξιολόγησης των πράξεων τους και αυτών των συμμαθητών ή και των ενηλίκων αναπτύσσοντας έτσι την ηθικότητά τους.

Οι περαιτέρω συμπεριφορές των παιδιών διαμορφώνονται μέσω της **μάθησης** η οποία μπορεί να επιτευχθεί με διάφορες μεθόδους. Στη συνέχεια θα αναφερθούμε σύντομα στις μορφές της μάθησης, τους τρόπους με τους οποίους μπορεί αυτή να επιτευχθεί και πώς σε συνδυασμό με την ανάπτυξη της ηθικότητας στην οποία αναφερθήκαμε προηγουμένως μπορεί το παιδί να αναπτύξει συμπεριφορές που έχουν βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα θετικό αντίκτυπο στο κοινωνικό σύνολο όπως η διαδικασία της ανακύκλωσης την οποία εδώ μελετάμε.

### **5.1.2 Μαθαίνοντας την ανακύκλωση**

Η ανακύκλωση δεν είναι μία συμπεριφορά που ο οποιοσδήποτε εκφράζει από μόνος του. Τόσο οι ενήλικες όσο και τα παιδιά θα πρέπει να καθοδηγηθούν έτσι ώστε να εκδηλώσουν και να εντάξουν στην καθημερινότητά τους την ανακύκλωση. Η διαδικασία της μάθησης μιας συμπεριφοράς είναι ένα σύνθετο φαινόμενο που περιλαμβάνει διαδικασίες που δεν είναι πλήρως κατανοητές αλλά περιλαμβάνει νευροφυσιολογικούς, ψυχοκοινωνικούς, παιδαγωγικούς και άλλους μηχανισμούς.

Την μάθηση μπορούν να επηρεάζουν παράγοντες που αφορούν (α) το αντικείμενο της μάθησης (ικανότητες, κίνητρα, ετοιμότητα μαθητών) (β) την κατάσταση του μαθητή (εμπειρίες, προσαρμογή, φυσική κατάσταση) και (γ) το περιβάλλον του μαθητή (μέθοδος διδασκαλίας, σχολικό περιβάλλον, δάσκαλος).

Όσον αφορά τη διαδικασία προσέγγισης και επιτυχίας του στόχου της μάθησης έχουν προταθεί πολλές θεωρίες (Mifrah, Lukman & Noreen Izza, 2014). Στη συνέχεια θα αναφερθούμε σε δύο από αυτές δεδομένου ότι είναι αυτές που κυρίως θα χρησιμοποιήσουμε στη συνέχεια για τη σχεδίαση του αντικειμένου της πτυχιακής αυτής.

#### **(Επ)Οικοδομητική θεωρία (constructivism)**

Όπως μαρτυρά και το όνομά της σύμφωνα με τη θεωρία αυτή η γνώση «οικοδομείται» πάνω σε ένα προϋπάρχον υπόβαθρο από εμπειρίες, πεποιθήσεις, νοηματικά σχήματα και μεθόδους ερμηνείας του ίδιου του ατόμου. Θα χρησιμοποιήσουμε αυτή τη θεωρία κυρίως για να συνδέσουμε τη μορφή του αντικειμένου (κάδος ανακύκλωσης) με προηγούμενα γνώριμα σχήματα που παραπέμπουν στο προς ανακύκλωση προϊόν, ωθώντας έτσι τους μαθητές να συνδέσουν την πράξη της ανακύκλωσης με το αντικείμενο.



## **Ομαδοσυνεργατική θεωρία**

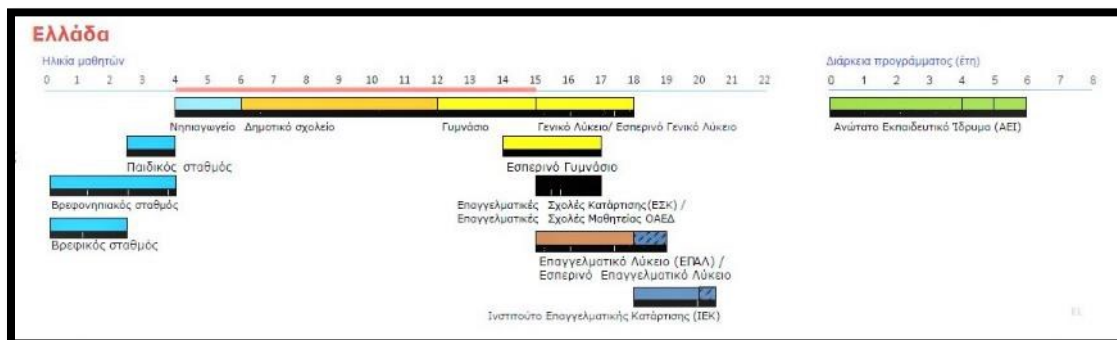
Η μέθοδος αυτή έχει σαν στόχο την κοινωνικοποίηση του μαθητή, την εμπέδωση της λειτουργίας μέσα σε μία ομάδα και τη δημιουργία ενός περιβάλλοντος μέσα στο οποίο οι μαθητές θα επεξεργαστούν την πληροφορία αλληλοεπιδρώντας ο ένας με τον άλλον αναπτυσσόμενοι έτσι σε μαθητικό αλλά και κοινωνικό πλαίσιο. Αποτελεί ένα συνδυασμό Γνωστικών, Συμπεριφορικών και Κοινωνικών θεωριών της μάθησης

(UKEssays, November 2018).

Η τοποθέτηση του κάδου μέσα στην τάξη θα βοηθήσει έτσι ώστε μέσω του παραδείγματος και της μίμησης περισσότεροι μαθητές να εκδηλώσουν την συμπεριφορά της ανακύκλωσης. Θα δώσει επίσης την ευκαιρία σε μαθητές με κάποιες ιδιαιτερότητες (π.χ. κινητικά ή άλλα προβλήματα) να συμβάλλουν στην ανακύκλωση μια και ο κάδος θα βρίσκεται σε μικρότερη απόσταση συμβάλλοντας έτσι στην κοινωνικοποίησή τους. Σε κάθε περίπτωση οι παραπάνω προσεγγίσεις θα πρέπει να ενταχθούν μέσα στο εκπαιδευτικό σύστημα και να αποτελέσουν μέρος του. Στη συνέχεια θα αναφερθούμε στο Ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα και στις τρέχουσες προσπάθειες περιβαλλοντικής εκπαίδευσης.

## **5.2 Ελληνικό σχολείο: Δομή και περιβαλλοντική εκπαίδευση**

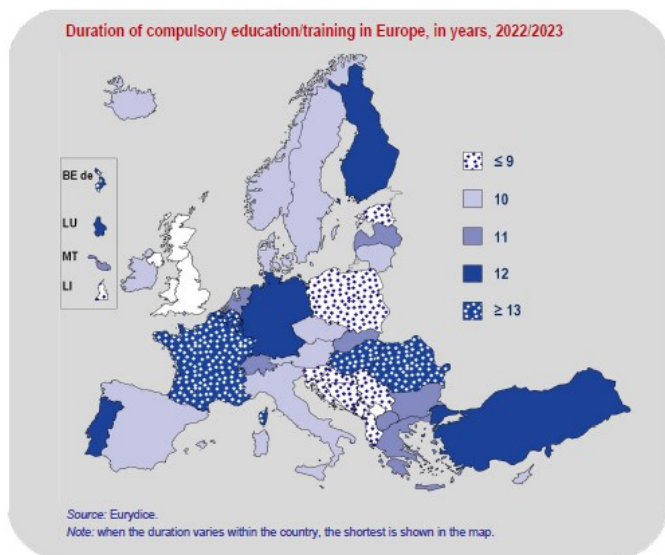
Στην πρόσφατη έκθεσή της η Ευρωπαϊκή Επιτροπή παρουσίασε τη δομή των ευρωπαϊκών εκπαιδευτικών συστημάτων (που απεικονίζεται στην εικόνα 27) Σύμφωνα με αυτή, η εκπαίδευση στην Ελλάδα διακρίνεται σε **υποχρεωτική** και **μη υποχρεωτική**.



Εικόνα 27: Δομή της εκπαίδευσης στην Ελλάδα (Ευρωπαϊκή Επιτροπή)

Η υποχρεωτική εκπαίδευση (το σχήμα με ροζ γραμμή) ξεκινά από τα 4 χρόνια με την προσχολική εκπαίδευση (προνήπιο-νηπιαγωγείο) συνεχίζεται με την πρωτοβάθμια εκπαίδευση (δημοτικό) και ολοκληρώνεται με 3 χρόνια δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Γυμνάσιο). Από εκεί και πέρα η εκπαίδευση (Δευτεροβάθμια, Τριτοβάθμια ή Επαγγελματική) δεν είναι υποχρεωτική (εικόνα 28).

Στην παρούσα μεταπτυχιακή εργασία θα εστιάσουμε στο Δημοτικό Σχολείο το οποίο στην Ελλάδα έχει τα εξής χαρακτηριστικά: Οι μαθητές εισάγονται σε ηλικία 5.5-6 ετών και αφού φοιτήσουν σε έξι τάξεις αποφοιτούν σε ηλικία 11-12 ετών. Ο ανώτατος αριθμός μαθητών ανά τάξη είναι 30. Σε κάθε τάξη υπάρχει επιβλέπων δάσκαλος αλλά και μια σειρά άλλων ειδικοτήτων όπως καθηγητές ξένων γλωσσών, τεχνικών, γυμναστές κ.λ.π.



Εικόνα 28: Διάρκεια υποχρεωτικής εκπαίδευσης σε διάφορες Ευρωπαϊκές χώρες

Σύμφωνα με το Νόμο 4807/2021, ΦΕΚ Α', άρθρο 56 το αναλυτικό πρόγραμμα στο Δημοτικό Σχολείο φαίνεται στην παρακάτω εικόνα 29.

6/ θέσιο Δημοτικό Σχολείο							
α/α	Μαθήματα	Τάξεις					
		Α'	Β'	Γ'	Δ'	Ε'	ΣΤ'
1	ΘΡΗΣΚΕΥΤΙΚΑ			2	2	1	1
2	ΓΛΩΣΣΑ	9	9	8	8	7	7
3	ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ	5	5	4	4	4	4
4	ΙΣΤΟΡΙΑ			2	2	2	2
5	ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	3	3	2	2		
6	ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ					1	1
7	ΦΥΣΙΚΑ					3	3
8	ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΑΓΩΓΗ					1	1
9	ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ ΑΓΩΓΗ						
	-Εικαστικά	2	2	1	1	1	1
	-Μουσική	1	1	1	1	1	1
	-Θεατρική Αγωγή	1	1	1	1		
10	ΦΥΣΙΚΗ ΑΓΩΓΗ	3	3	3	3	2	2
11	ΑΓΓΛΙΚΑ	2	2	3	3	3	3
12	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ	3	3	2	2	1	1
13	2η ΞΕΝΗ ΓΛΩΣΣΑ					2	2
14	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ	1	1	1	1	1	1
	ΣΥΝΟΛΟ	30	30	30	30	30	30

Εικόνα 29: Αναλυτικό πρόγραμμα Ελληνικού Δημοτικού Σχολείου (ΦΕΚ 2021)

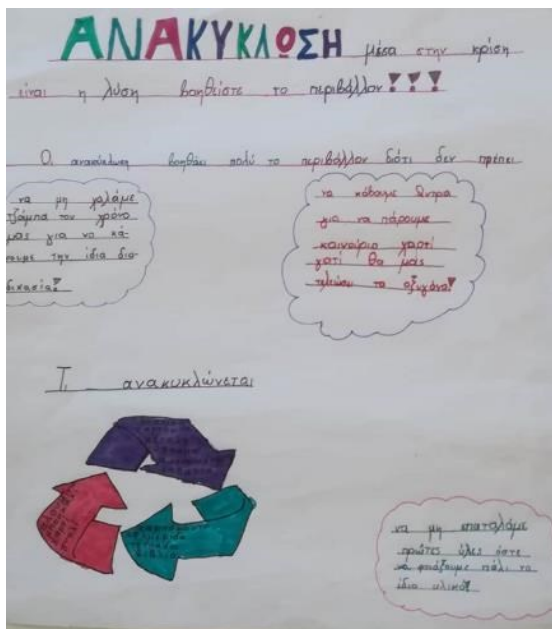
Η πληροφόρηση σχετικά με περιβαλλοντικά θέματα και ιδιαίτερα σε σχέση με την ανακύκλωση πρακτικά μπορεί να γίνει στα πλαίσια του μαθήματος της Μελέτης Περιβάλλοντος (που διδάσκεται όμως μόνο μέχρι την Τετάρτη Δημοτικού) και των Εργαστηρίων Δεξιοτήτων στα οποία η θεματολογία δεν αφορά μόνο το περιβάλλον αλλά και άλλα θέματα όπως το «ευ ζην», η κοινωνική συνείδηση και ευθύνη και η δημιουργική σκέψη και καινοτομία. Και στην περίπτωση αυτή ο χρόνος που διατίθεται είναι 3 ώρες για την Α' και Β' τάξη, 2 ώρες εβδομαδιαία για την Γ' και Δ' τάξη και από μία ώρα για την Ε' και ΣΤ' τάξη. Η έννοια της ανακύκλωσης εμφανίζεται κυρίως στο βιβλίο Μελέτης Περιβάλλοντος της Δ' δημοτικού.

### 5.3 Προγράμματα ανακύκλωσης στα Ελληνικά Σχολεία

Στα σχολεία η διαδικασία της μάθησης και της εφαρμογής της θεωρίας σε πράξη μπορεί να γίνει εύκολα μέσα από το παιχνίδι αλλά και μέσω προγραμμάτων στα οποία τα ίδια τα παιδιά συμμετέχουν. Στο κεφάλαιο αυτό θα αναφερθούμε σε κάποια από αυτά που έχουν εφαρμοστεί κατά καιρούς στο ελληνικό σχολείο.

Από την πλευρά της πολιτείας έχουν γίνει κατά καιρούς διάφορες προσπάθειες για να ενταχθεί η ανακύκλωση στο σχολικό πρόγραμμα αλλά και στη συνείδηση των μαθητών. Από τις πιο πρόσφατες η καμπάνια «Το χαρτί του μέλλοντός μας» (ΥΠΕΘ, 2017) είχε σαν αντικείμενο την προσπάθεια ανακύκλωσης σχολικών βιβλίων που δεν μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, τετραδίων και χρησιμοποιημένου χαρτιού φωτοτυπικού. Στην προσπάθεια συμμετείχαν όλα τα μέλη της σχολικής κοινότητας μαθητές, δάσκαλοι και γονείς ενώ βασικό στοιχείο ήταν η ανταποδοτικότητα δεδομένου ότι τα έσοδα από την ανακύκλωση ξαναγύριζαν στα σχολεία που συμμετείχαν στο πρόγραμμα. Για παράδειγμα από τους 22000 τόνους χαρτιού που συνέλεξαν 73 σχολεία με 20000 περίπου μαθητές σχολείων Δήμων της Δυτικής Θεσσαλονίκης υπήρξαν έσοδα περίπου 4000 ευρώ που διατέθηκαν στις σχολικές μονάδες (Γρεεν Αγενδα, 2017). Το πρόγραμμα συνεχίστηκε για κάποιο διάστημα αλλά φαίνεται ότι έχει ατονήσει. Ένα άλλο πρόγραμμα το οποίο εξαγγέλθηκε και υλοποιήθηκε την σχολική χρονιά 2021-22 ήταν το «Τα δημοτικά σχολεία πρωταθλητές στην ανακύκλωση» της Γενικής Γραμματείας Συντονισμού Διαχείρισης Αποβλήτων του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας σε συνεργασία με το Υπουργείο Παιδείας (ΥΠΕΝ, 2022). Σε αυτό περιλαμβάνονταν συμμετείχαν 16 δημοτικά σχολεία της Αττικής με 1155 μαθητές οι οποίοι συμμετείχαν σε διαδραστικά παιχνίδια, παρακολούθησαν εκπαιδευτικό υλικό και προμηθεύτηκαν κατάλληλο εξοπλισμό για την ανακύκλωση. Σχολικές

μονάδες συμμετέχουν επίσης στο Πρόγραμμα Ανταποδοτικής Ανακύκλωσης «Green City» της Περιφέρειας Αττικής στο οποίο αυτός που ανακυκλώνει συλλέγει πόντους τους οποίους μπορεί να ανταλλάξει με υπηρεσίες (εστίασης, ένδυσης, ταξιδιών, ιατρικές κλπ). Μια ανάλογη πλατφόρμα που περιλαμβάνει δήμους εντός και εκτός Αττικής και δίνει τη δυνατότητα προσφοράς πόντων που κερδήθηκαν από ανακύκλωση σε σχολικές μονάδες είναι η Followgreen μέσω του προγράμματος Green Schools στην οποία επίσης συμμετέχουν σχολικές μονάδες (Followgreen, 2023). Με πρόσφατη εγκύκλιο το Υπουργείο Παιδείας συστήνει την τοποθέτηση κάδων ανακύκλωσης τριών τουλάχιστον χρωμάτων (καφέ, κίτρινων και μπλε) για την συλλογή ανακυκλώσιμου υλικού ενώ συνιστά και την τοποθέτηση κάδων για μπαταρίες και μικρές ηλεκτρονικές συσκευές (ΥΠΕΥ, 2020). Εκτός από αυτές τις μαζικές δράσεις, στα πλαίσια των project περιβαλλοντικής εκπαίδευσης αρκετά σχολεία της χώρας έχουν προχωρήσει σε δράσεις με θέμα την ανακύκλωση. Αρκετά παραδείγματα μπορεί να βρει κάποιος στο διαδίκτυο (Εικόνα 30).



Εικόνα 30: Δράσεις ανακύκλωσης σε ελληνικό σχολείο

<https://anagennisi.edu.gr/οι-μαθητές-της-γ'-δημοτικού-δημιουργο-2/>

#### 5.4 Τι συμβαίνει όσον αφορά την ανακύκλωση στα σχολεία διεθνώς

Η διαδικασία της ανακύκλωσης στα σχολεία και η εκπαίδευση γύρω από αυτήν εμφανίζεται σε αρκετές ιστοσελίδες οργανισμών, κρατικές, ακόμη και στα πλαίσια διαφήμισης ενώ μελέτες που αφορούν την ανακύκλωση σε σχολεία έχουν δημοσιευθεί σε επιστημονικά περιοδικά.

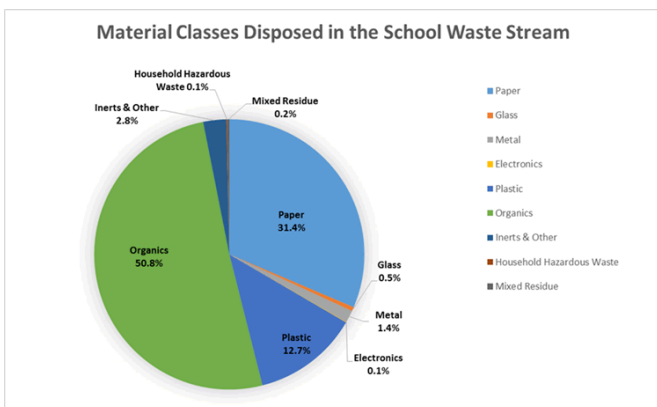


Για παράδειγμα στον ιστότοπο της Environmental Protection Agency, (EPA USA) δίνεται πρόσβαση σε ιστοσελίδες που αναφέρονται στα 3R της προστασίας του περιβάλλοντος (Reduce-Reuse-Recycle) όπως η Recycle city ([www3.epa.gov](http://www3.epa.gov), 2017), η Tools to Reduce Waste in Schools ([epa.gov/sites/default/files/2017-09/banner-tools.jpg](http://epa.gov/sites/default/files/2017-09/banner-tools.jpg)), η Pack a waste free lunch ([epa.gov/sites/default/files/2017-09/waste-free-lunch.jpg](http://epa.gov/sites/default/files/2017-09/waste-free-lunch.jpg)) και άλλες. Προγράμματα ανακύκλωσης εφαρμόζονται σε πολλά σχολεία και αντίστοιχες μελέτες με τα αποτελέσματά τους έχουν δημοσιευθεί σε περιοδικά ή σε ιστότοπους των σχολείων ([askhrgreen](http://askhrgreen)).

#### 5.5 Υλικά προς ανακύκλωση στα σχολεία

Μία μελέτη στο Ηνωμένο Βασίλειο υπολογίζει ότι περίπου το 88% των νοικοκυριών ανακυκλώνει συστηματικά ([wrap.org.uk](http://wrap.org.uk)) ενώ η οργάνωση Recycle Now υπολογίζει σε 45kg τα απορρίμματα που παράγονται ανά μαθητή κάθε έτος. Με τους βασικότερους τύπους απορριμμάτων να είναι χαρτί, πλαστικό, τρόφιμα και ηλεκτρονικά με μεγαλύτερο ποσοστό αυτό του χαρτιού υπολογίζεται ότι το 80% των απορριμμάτων θα μπορούσαν να ανακυκλωθούν ή να κομποστοποιηθούν ([recyclingbins.co.uk](http://recyclingbins.co.uk), 2022) (Εικόνα

31) ([https://www.olympiadgenius.com/study-material/grade-5-Science-3-Rs/?\\_id=488](https://www.olympiadgenius.com/study-material/grade-5-Science-3-Rs/?_id=488)).



Εικόνα 31: Σύσταση απορριμμάτων σε δημοτικά σχολεία στις ΗΠΑ (<https://calrecycle.ca.gov/recycle/schools/composition/>)

Στην Ελλάδα μόνο από το χαρτί θα μπορούσαν να συλλέγονται περίπου 6-8 χιλιάδες τόνοι ετησίως σύμφωνα με τα στοιχεία του Υπουργείου Παιδείας (Πρόγραμμα: Το χαρτί του μέλλοντός μας) χωρίς να λαμβάνονται υπόψη τα υπόλοιπα ανακυκλώσιμα υλικά όπως τα πλαστικά και το αλουμίνιο.

## 5.6 Η προώθηση της ανακύκλωσης στα σχολεία είναι ανάγκη

Τα παιδιά παίρνουν τις περισσότερες γνώσεις τους από το σχολείο, γι' αυτό και το σχολείο είναι το καλύτερο μέρος για να μάθει η επόμενη γενιά τα οφέλη της ανακύκλωσης στα πλαίσια της βιωσιμότητας του περιβάλλοντος. Ενθαρρύνοντας τα παιδιά να τοποθετούν χαρτί, μπουκάλια και κουτάκια αλουμινίου στους κάδους ανακύκλωσης από μικρή ηλικία, αυτά ξεκινούν ένα διαχρονικό ταξίδι ανακύκλωσης που θα επηρεάσει τις ποσότητες απορριμμάτων που θα ανακτηθούν και αυτές που θα καταλήξουν στο



περιβάλλον.

(Δήμος

Ξάνθης,

<https://www.youtube.com/watch?v=178nqjKMuZw>)

Όσο πιο νωρίς ξεκινήσει η διαδικασία αυτής της διαπαιδαγώγησης τόσο πιθανότερο είναι η πρακτική αυτή να γίνει τρόπος ζωής για τα παιδιά. Στο σχολείο μπορούμε επίσης να διδάξουμε στα παιδιά ότι η ανακύκλωση δεν περιλαμβάνει μόνο το χαρτί, το γυαλί, το αλουμίνιο και το πλαστικό αλλά και άλλα πιο επικίνδυνα απορρίμματα της σύγχρονης εποχής όπως οι μπαταρίες και τα ηλεκτρονικά απόβλητα. Σε κάθε περίπτωση ο τρόπος με τον οποίο η έννοια της ανακύκλωσης θα «διδασχθεί» στα παιδιά, θα γίνει μέρος της καθημερινότητάς τους και διαδικασία που θα τα κάνει να αισθάνονται ότι προσφέρουν στο περιβάλλον και συμβάλλουν σε ένα καλύτερο μέλλον εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ηλικία του παιδιού, από την αφοσίωση των εμπλεκόμενων σε αυτό δασκάλων, γονιών και κρατικών υπηρεσιών. Στην εργασία αυτή δεν θα εστιάσουμε στους τρόπους με τους οποίους μέσω του εκπαιδευτικού προγράμματος τα παιδιά θα προσανατολιστούν προς πιο φιλικές προς το περιβάλλον συμπεριφορές αλλά θα εστιάσουμε κυρίως στο πρακτικό κομμάτι της ανακύκλωσης.

Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που θα μπορούσαν να αποθαρρύνουν τους ενήλικους αλλά και στην περίπτωσή μας τους μαθητές από το να ανακυκλώνουν και κάποιοι από αυτούς αφορούν δημογραφικά στοιχεία όπως το επάγγελμα και η μόρφωση των γονέων, ο τόπος κατοικίας κλπ (Altikolatsi E et al, 2021) αλλά και εξωγενείς παράγοντες που αφορούν τη διαδικασία της ανακύκλωσης όπως είναι η προετοιμασία, αποθήκευση και προσωπική προσπάθεια για την μεταφορά των προς ανακύκλωση υλικών (Almatari AY, Iahad NA, Balaid AS . 2013). Μερικές φορές οι παράγοντες αυτοί μπορούν και έχουν μεγαλύτερη επίδραση στη συμπεριφορά κάποιου από τα πιστεύω τους σχετικά με τα οφέλη της ανακύκλωσης (McCarty JA, Shrum LJ 1994). Μελέτες έχουν δείξει (Ludwig TD, Gray TW, Rowell A 1998) ότι

έναν από τους σημαντικούς παράγοντες που ευνοούν ή όχι την συμπεριφορά ανακύκλωσης είναι η τοποθέτηση του κάδου ανακύκλωσης σε λιγότερο ή περισσότερο βολικό σημείο.

Μάλιστα όσον αφορά τους μαθητές η έλλειψη κάδων που σίγουρα επηρεάζει την συμπεριφορά ανακύκλωσης (Sobri NA, Rahman HA, 2016, Kalaitzoglou N (2018) δεν είναι ο μόνος παράγοντας που αποθαρρύνει τους μαθητές. Ακόμη και αν υπάρχουν σε βολικά σημεία οι αποδέκτες των απορριμμάτων θα πρέπει να έχουν και κάποια άλλα χαρακτηριστικά για να θεωρούνται επιτυχείς και «δεδεαστικοί» τα οποία θα αναλυθούν στα επόμενα κεφάλαια.

## **6. Το δικό μας πρόβλημα - Σχεδιασμός Νέου Κάδου ανακύκλωσης για δημοτικά σχολεία**

Σε όλες τις προσπάθειες ανακύκλωσης σε σχολεία που αναφέρθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, είτε αυτές αφορούσαν μαζικές δράσεις είτε μεμονωμένα σχολεία, ένας βασικός παράγοντας παρέμενε σταθερός με μικρές ίσως τροποποιήσεις: ο κάδος ανακύκλωσης.

Συνήθως οι κάδοι ανακύκλωσης στα σχολεία μοιάζουν με τους κάδους που βρίσκουμε τοποθετημένους δίπλα στους κάδους απορριμμάτων, έχουν συνήθως μπλε χρώμα και μπορεί σε κάποιες περιπτώσεις να είναι μικρότεροι. Για να πετάξουν τα προς ανακύκλωση υλικά τα παιδιά (οποιασδήποτε ηλικίας δημοτικού) πρέπει βγουν στην αυλή, να πατήσουν ένα πεντάλ ή να ανασηκώσουν τον κάδο με τα χέρια. Αυτή η διαδικασία από μόνη της αποθαρρύνει τους μαθητές οι οποίοι θα πρέπει να μετακινηθούν, να λερώσουν τα χέρια τους ή να ασκήσουν δύναμη που λόγω ηλικίας μπορεί να μην έχουν, για να ανακυκλώσουν τελικά. Στις επόμενες παραγράφους θα περιγράψουμε κάποιους από τους κοινούς κάδους

προκειμένου στη συνέχεια να εντοπίσουμε τα προβλήματα που δημιουργούνται κατά τη χρήση τους από τους μαθητές έτσι ώστε να προσπαθήσουμε στην επόμενη φάση να κάνουμε κάποιες σχεδιαστικές προτάσεις στα πλαίσια της μεταπτυχιακής αυτής εργασίας.

Όπως αναφέραμε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, σύμφωνα με τη σχετική εγκύκλιο του Υπουργείου Παιδείας και Θρησκευμάτων (ΥΠΕΘ, 2020), κάθε σχολείο Α βάρθμιας και Β βάρθμιας εκπαίδευσης θα πρέπει να εγκαταστήσει τις παρακάτω τρεις κατηγορίες κάδων σε συγκεκριμένα σημεία του σχολείου:

**1. Καφέ κάδος για τη συλλογή βιοαποβλήτων**

**2. Κίτρινος κάδος για τη συλλογή χαρτιού και έντυπου υλικού**

**3. Μπλε κάδος για τη συλλογή πλαστικών και μετάλλων**

Συνιστάται επίσης η προσθήκη κάδων για συλλογή μπαταριών και μικρών ηλεκτρονικών συσκευών. Στην εικόνα 32 φαίνονται κάποιοι τέτοιοι κάδοι σε ελληνικά σχολεία.



Εικόνα 32: Κάδοι ανακύκλωσης τοποθετημένοι σε ελληνικά σχολεία

Κοιτώντας την παραπάνω εικόνα εντοπίζουμε ότι οι κάδοι ανακύκλωσης είτε είναι στο εσωτερικό του σχολείου είτε είναι στο εξωτερικό είναι παρόμοιοι. Οι κάδοι στην πάνω φωτογραφία διαφέρουν μόνο όσον αφορά τα καπάκια τους ενώ οι κάτω έχουν διαφορετικά χρώματα αλλά παρόμοιες ετικέτες στο εξωτερικό τους. Αυτό σημαίνει ότι πρακτικά είναι αρκετά δύσκολο τα παιδιά να ξεχωρίσουν τον κατάλληλο κάδο για το προϊόν που θέλουν να ανακυκλώσουν με την πρώτη ματιά αλλά και ότι ο ίδιος ο κάδος δεν είναι αρκετά θελκτικός ώστε να τους κινήσει το ενδιαφέρον. Βασικό μειονέκτημα είναι επίσης ότι οι υπάρχοντες κάδοι έχουν αρκετά μεγάλο ύψος (περίπου 110cm) γεγονός που είναι αποθαρρυντικό για παιδιά των πρώτων τάξεων του Δημοτικού που όπως είπαμε έχουν παρόμοιο ύψος (102-130cm). Από πλευράς υγιεινής οι περισσότεροι από τους χρησιμοποιούμενους κάδους δεν έχουν πεντάλ με αποτέλεσμα οι μαθητές να πρέπει να ανασηκώσουν το

καπάκι με το χέρι τους για να πετάξουν το αντικείμενο. Όπως συμβαίνει και με τους κάδους απορριμμάτων, ακόμη και οι ενήλικες αποθαρρύνονται από το να πετάξουν τα σκουπίδια μέσα στον κάδο όταν αυτός δεν έχει πεντάλι ή αυτό είναι χαλασμένο καταλήγοντας σε εικόνες όπως αυτές της εικόνας 33.



Εικόνα 33: Ο κάδος άδειος και τα σκουπίδια εκτός.

Ένας επίσης αποθαρρυντικός παράγοντας είναι η θέση του κάδου που συνήθως βρίσκεται στην αυλή και αρκετά μακριά από τις τάξεις. Έτσι άδεια μπουκαλάκια νερού ή χαρτί προς ανακύκλωση που «παράγεται» στις τάξεις συνήθως πετιούνται στα σκουπίδια.

## 7. Προσβασιμότητα

Η δυνατότητα συμμετοχής και πρόσβασης από όλους σε προϊόντα και υπηρεσίες αποτελεί έναν από τους κεντρικούς στόχους παγκοσμίως αλλά και στην Ευρωπαϊκή ένωση ιδιαίτερα. Η European Accessibility Act (EAA) είναι ένας ευρωπαϊκός νόμος σχεδιασμένος να δημιουργήσει ίσες ευκαιρίες πρόσβασης για Ευρωπαίους πολίτες με αναπηρίες απαιτώντας την εφαρμογή προσβάσιμων βασικών υπηρεσιών και προϊόντων. Με την πρόσφατη ανανέωση του (EAA 2030) τίθεται προθεσμία μέχρι το 2030 να λήξει η χρήση μη προσβάσιμων προϊόντων και υπηρεσιών που είναι σε χρήση πριν από το 2025. Η οργάνωση Inclusion Europe, που ιδρύθηκε το

1988 με το όνομα “International League of Societies for the Mentally Handicapped – European Association” και στην οποία συμμετέχει και η Πανελλήνια Ένωση γονέων και φροντιστών ατόμων με αναπηρίες, έχει θέσει επίσης σαν στόχο της την συμπερίληψη των ατόμων αυτών σε κάθε πλευρά της ζωής με την έννοια της **προσβασιμότητας** να παίζει πολύ σημαντικό ρόλο. Τα άτομα αυτά θέλουν και πρέπει να συμμετέχουν σε όλες τις κοινωνικές δράσεις. Η προσπάθεια διευκόλυνσης των ατόμων με αναπηρίες να συμμετέχουν σε διαδικασίες κοινωνικής προσφοράς όπως είναι αυτή της ανακύκλωσης, ενισχύει περαιτέρω την αυτοπεποίθηση και την αίσθησή της προσφοράς προς το σύνολο. Έτσι και στην δική μας προσπάθεια θα θέλαμε να συμπεριλάβουμε παιδιά με αναπηρίες και κινητικά προβλήματα δίνοντας τους την δυνατότητα να συμμετέχουν σε μία κοινή προσπάθεια ισότιμα με τους συμμαθητές τους. Διεθνώς έχουν ξεκινήσει κάποιες προσπάθειες όσον αφορά π.χ. τα άτομα με προβλήματα όρασης που περιλαμβάνουν κάδους διαφορετικού μεγέθους για τα απορρίμματα και τα ανακυκλωμένα υλικά με ειδικά «σημάδια» αρχής και τέλους του κάδου, ή με ανάγλυφα γράμματα πάνω στον κάδο (Εικόνα 34).



Εικόνα 34: Κάδοι με ανάγλυφη σήμανση για άτομα με προβλήματα όρασης (<https://globalnews.ca/news/1689544/braille-to-help-visually-impaired-calgarians-with-recycling/>)

## 8. BRIEF

Με βάση όσα αναφέρθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια τόσο του Γενικού μέρους όσο και στο ειδικό μέρος γίνεται αντιληπτό ότι η αποτελεσματική διαχείριση των απορριμμάτων που σε μεγάλες ποσότητες παράγονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα αποτελεί μία σημαντική παράμετρο για την βιωσιμότητα και την ευημερία του πλανήτη. Τόσο σε επίπεδο βιομηχανίας όσο και σε επίπεδο κοινωνιών η διαχείριση των απορριμμάτων με σκοπό την όσο το δυνατόν μείωση τους αλλά και τη διάθεσή και επαναχρησιμοποίησή τους αποτελεί στόχο. Σε αυτή την προσπάθεια η συμμετοχή όλων είναι επιθυμητή αλλά και απαραίτητη. Η ανακύκλωση αποτελεί μία από τις σημαντικές διαδικασίες για εξοικονόμηση πόρων, προστασία του περιβάλλοντος αλλά και εναλλακτική και προς όφελος των κοινωνιών διαχείριση της τεράστιας ποσότητας απορριμμάτων που παράγονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα. Οι προσπάθειες για την προώθηση της ανακύκλωσης και την ένταξή της στην καθημερινότητα των πολιτών είναι σημαντικές αλλά όχι πάντα και τόσο επιτυχημένες με το συνολικό ποσοστό της ανακύκλωσης να μην ξεπερνάει το 10% τους συνολικού όγκου των παραγόμενων απορριμμάτων.

Οι πολίτες συμμετέχουν στην ανακύκλωση αλλά όχι πάντα με την ίδια ένταση και την ίδια συνέπεια. Κάποιοι δεν συμμετέχουν καθόλου δυσπιστώντας στην ωφέλεια της ανακύκλωσης και τους τελικούς αποδέκτες των προς ανακύκλωση υλικών, όχι πάντα και χωρίς αιτία δεδομένου ότι σε αρκετές περιπτώσεις τα προς ανακύκλωση και μη ανακύκλωση υλικά φαίνεται να διαχειρίζονται και να οδηγούνται προς την ίδια κατεύθυνση.

Παρ' όλες τις αντιρρήσεις όμως είναι αποδεκτό ότι η ανακύκλωση (Recycling) αποτελεί μια διαδικασία που εάν λειτουργήσει στο μέγιστο μπορεί, μαζί και με τα άλλα δύο R της τριάδας (Reduce-μείωση

απορριμμάτων και Reuse-επαναχρησιμοποίηση) να βοηθήσει σημαντικά μειώνοντας το αποτύπωμα της ανθρώπινης δραστηριότητας.

Όπως κάθε καλή πρακτική, η ανακύκλωση θα πρέπει να αποτελέσει μέρος της εκπαίδευσης των παιδιών που θα γίνουν οι αυριανοί πολίτες, γι' αυτό και όπως είπαμε καταβάλλονται αρκετές προσπάθειες με μικρότερη ή μεγαλύτερη επιτυχία. Δεδομένου ότι τις περισσότερες φορές η θεωρία δεν φτάνει αλλά για να ευοδωθεί μία προσπάθεια χρειάζονται και κίνητρα που να ταιριάζουν κάθε φορά στον στοχευόμενο πληθυσμό, **σκοπός της παρούσας εργασίας** θα είναι η σχεδίαση ενός πρωτότυπου κάδου ανακύκλωσης για τις τάξεις του Δημοτικού Σχολείου. Στην προσπάθεια αυτή θα εκμεταλλευτούμε τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της ηλικιακής αυτής ομάδας, σωματικά, ψυχικά και διανοητικά, προάγοντας ταυτόχρονα την δυνατότητα ανακύκλωσης για όλους εξασφαλίζοντας προσβασιμότητα, διαδραστικότητα και συμπερίληψη (Εικόνα 35).



Εικόνα 35. Διάγραμμα σύννεφο με τις έννοιες που θα συμπεριληφθούν στην σχεδίαση



## **Στόχος**

Στην εργασία αυτή θα προσπαθήσουμε να σχεδιάσουμε έναν κάδο ανακύκλωσης για τάξη δημοτικού σχολείου με τέτοια χαρακτηριστικά που θα προσκαλεί τα παιδιά να ανακυκλώσουν.

## **Απευθυνόμενο κοινό**

Μαθητές δημοτικού σχολείου, ηλικίας 6-12 ετών

## **9. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ**

### **9.1 Σχεδιαστικές προσεγγίσεις – Προβλήματα προς επίλυση**

Έχουμε ήδη εντοπίσει κάποια από τα προβλήματα στους υπάρχοντες κάδους τα οποία η δική μας προσέγγιση θα πρέπει να επιλύσει και αυτά αφορούν:

- Τις διαστάσεις ανάλογα με την ηλικία
- Την ύπαρξη μηχανισμού «ανέπαφης» απόρριψης του προς ανακύκλωση αντικειμένου
- Την θέση τοποθέτησης
- Την σαφή διάκριση των κάδων ανάλογα με το αντικείμενο ανακύκλωσης
- Την ικανότητα του κάδου να ξεχωρίζει έτσι ώστε να ωθεί τα παιδιά να τον χρησιμοποιήσουν

Στις παραμέτρους αυτές θέλουμε επίσης να προσθέσουμε γιατί θεωρούμε σημαντική, την δυνατότητα παιδιών με ιδιαιτερότητες όπως μειωμένη όραση ή κινητικά προβλήματα να συμμετέχουν και αυτά στην προσπάθεια ανακύκλωσης του σχολείου βοηθώντας έτσι στην ένταξή τους στην κοινότητα.

Στην εργασία αυτή λοιπόν θα προσπαθήσουμε να προσεγγίσουμε και να επιλύσουμε κάποια από αυτά τα προβλήματα. Στην προσπάθεια αυτή θα πρέπει αρχικά να μελετήσουμε ανάλογες προσπάθειες που έχουν γίνει διεθνώς αλλά και τις παραμέτρους εκείνες που έχουν μελετηθεί και αφορούν κυρίως στο «ψυχολογικό» κομμάτι της κατασκευής του αντικειμένου έτσι ώστε να ευνοηθεί η συμπεριφορά ανακύκλωσης.

## **9.2 Επίδραση της ψυχολογίας στο σχεδιασμό**

Η σχεδίαση ενός αντικειμένου είναι κάτι πολύ περισσότερο από την εφεύρεση, την ανάπτυξη, την παραγωγή και το marketing. Τα τελευταία χρόνια βέβαια η μοντέρνα σχεδίαση περιλαμβάνει και ερωτήματα που αφορούν την ανθρώπινη αλληλεπίδραση στα πλαίσια του user ή human centered design. Πηγαίνοντας ακόμη παραπέρα ερευνητές γνωστικών επιστημών, εργονομίας, και ψυχολογίας της αισθητικής αναφέρονται στην σημασία της ψυχολογίας της σχεδίασης (Psychology of Design, PoD) τόσο στην διαδικασία της σχεδίασης όσο και στην ψυχολογία των χρηστών που αλληλοεπιδρούν με τα αντικείμενα. (C-C Carbon, 2019). Γενικά στην βιβλιογραφία που αναφέρεται στη θεωρία και την πρακτική της σχεδίασης βρίσκουμε την άποψη ότι οι χρήστες θα πρέπει να είναι στο κέντρο της μελέτης όταν σχεδιάζεται ένα αντικείμενο (Lei et al, 2018). Το 1988 ο Norman στο βιβλίο του "The design of everyday things" προέβλεψε την αποτυχία του design εάν αυτό δεν λάμβανε υπόψη ψυχολογικές διαδικασίες προσφέροντας παραδείγματα και δίνοντας συμβουλές για το πώς αυτό θα μπορούσε να εφαρμοστεί. Ακόμη και σήμερα όμως υπάρχουν παρόμοια προβλήματα στη σχεδίαση προϊόντων όπως το ότι οι χρήστες μερικές φορές δεν καταλαβαίνουν πώς λειτουργούν τα προϊόντα, πολλές φορές αποτυγχάνουν στη χρήση τους ή δεν απολαμβάνουν όλες τους τις δυνατότητες. Για παράδειγμα, μια υπερσύγχρονη κουζίνα, με πολλά

προγράμματα και δυνατότητες, οθόνες αφής κλπ η όποια όμως είναι τόσο πολύπλοκη στη χρήση της που ο χρήστης τελικά προτιμά το manual χειρισμό ή περιορισμένα προγράμματα ή ακόμη και επικίνδυνη επειδή λόγω του ότι έχει πλήκτρα αφής κάποιο μάτι ανάβει κατά λάθος αντί για κάποιο άλλο. Παρ' όλο που ακόμη και σήμερα το σύγγραμμα του Norman είναι από τα πιο δημοφιλή και διαβασμένα, (No1 στο Retailing Industry, [https://www.amazon.com/gp/bestsellers/books/2656/ref=zg\\_b\\_bs\\_2656\\_1](https://www.amazon.com/gp/bestsellers/books/2656/ref=zg_b_bs_2656_1)) φαίνεται ότι αρκετά από τα μειονεκτήματα που αναφέρονται εκεί (όπως το παράδειγμα της κουζίνας) συνεχίζουν να υπάρχουν σε νέα προϊόντα.

Ο τρόπος με τον οποίο ο ανθρώπινος εγκέφαλος αντιλαμβάνεται και οργανώνει την οπτική πληροφορία που αφορά αντικείμενα, άρα και την σχέση που θα αναπτύξει με αυτά περιγράφηκε τις δεκαετίες του 1910 και 1920 από τους Γερμανούς ψυχολόγους M. Wertheimer, W. Kohler και K. Koffka στην θεωρία του **Gestalt** και από τότε οι αρχές της έχουν βρει αποδοχή σε μια πληθώρα διαφορετικών πεδίων όπως η ψυχοθεραπευτική, η κυβερνητική, ή ο σχεδιασμός (99designs.com, 2021). Η λέξη Gestalt σημαίνει στα Γερμανικά «φόρμα»-μορφή και περιγράφει πώς ο νους μετατρέπει την προφανή τυχαιότητα των πραγμάτων σε συσχετιζόμενες μορφές που μπορούμε να τις αντιληφθούμε (π.χ. ένα μουσικό κομμάτι αποτελείται από ξεχωριστές νότες αλλά το αντιλαμβανόμαστε σαν ενιαία μελωδία).

Η θεωρία περιλαμβάνει 6 βασικές αρχές που περιγράφουν πώς αντιλαμβανόμαστε τις οπτικές σχέσεις μεταξύ των αντικειμένων και άρα καθορίζουν και τον τρόπο που θα αλληλοεπιδράσουμε με αυτά. Στη συνέχεια θα αναφερθούμε πολύ συνοπτικά στις αρχές αυτές τις οποίες θα προσπαθήσουμε να ενσωματώσουμε στο δικό μας σχέδιο.

## Απλότητα (Simplicity)

Το μάτι ενστικτωδώς διαλέγει να ερμηνεύσει το πιο απλό σχήμα. Σε μία εικόνα που έχει πολλά σχήματα το μάτι μπορεί να επιλέξει να τα ενοποιήσει ή να τα χωρίσει σύμφωνα με το ποιο είναι πιο προφανές. Αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί από το σχεδιαστή για να προωθήσει την εικόνα που ο ίδιος θέλει (Εικόνα 36).



Εικόνα 36: Logo από τους gaga vastard και Kisa Design <https://99designs.com/blog/tips/gestalt-principles-psychology-design/>

## Εγγύτητα (Proximity)

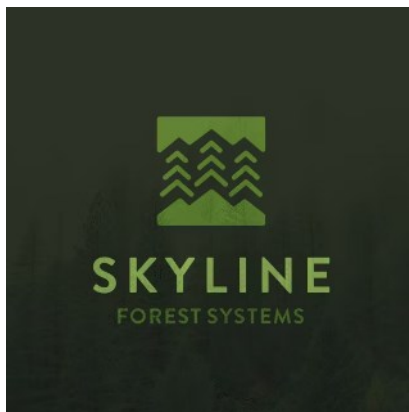
Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιείται η χωρική σχέση μεταξύ αντικειμένων για να δημιουργηθεί μια αίσθηση συνόλου παρ' όλο που μπορεί να πρόκειται για διαφορετικά αντικείμενα (εικόνα 37).



Εικόνα 37: Η χρήση της έννοιας της εγγύτητας για να υπονοηθούν οι σχέσεις και οι ιδιαιτερότητες μεταξύ ομάδων σε ένα poster (<https://99designs.com/profiles/marinamm>)

## Ομοιότητα (Similarity)

Η αρχή λέει ότι αντικείμενα με παρόμοιες ιδιότητες τα αντιλαμβανόμαστε σαν αντικείμενα που ανήκουν στο ίδιο group. Οι ιδιότητες αυτές μπορεί να είναι το χρώμα, το σχήμα ή η υφή. Μερικές φορές μπορούν επίσης αντικείμενα με ίδιο χρώμα αλλά διαφορετική π.χ. διάταξη ή σχήμα να δίνουν επίτηδες την αίσθηση της μη ομοιότητας δίνοντας έτσι ένα άλλο (αλλά σημαντικό για το αντικείμενο νόημα)(Εικόνα 38).



Εικόνα 38: Το χρώμα είναι ίδιο αλλά τα διαφορετικά σχήματα και η διάταξή τους δίνουν την εντύπωση βουνού, δάσους και ουρανού σε αυτή τη διαφήμιση (<https://99designs.com/profiles/darose>)

## Κοινή Μοίρα (Common Fate)

Η αρχή αυτή υποστηρίζει ότι καταλαβαίνουμε αντικείμενα σαν να ανήκουν σε μία ομάδα αν αυτά κινούνται προς την ίδια κατεύθυνση. Στην παρακάτω εικόνα 39 ο σχεδιαστής δίνει τρισδιάστατη αίσθηση σε ένα logo χρησιμοποιώντας αυτή την αρχή.



Εικόνα 39: Logo από τον Yo!Design που εκμεταλλεύεται την αρχή της κοινής μοίρας (<https://99designs.com/profiles/marcinbernatek>)

### Συνέχεια (continuity)

Σύμφωνα με την αρχή της συνέχειας το ανθρώπινο μάτι θα αντιληφθεί αντικείμενα που αλληλεπικαλύπτονται σαν μέρος ενός συνόλου όταν αυτά συνεχίζονται πάνω στην ίδια γραμμή. Έτσι μπορούν να σχεδιαστούν π.χ. logos με πολλαπλές αναγνώσεις όπως το παρακάτω στο οποίο το μάτι βλέπει βέλη διαφορετικών χρωμάτων αλλά αντιλαμβάνεται και το K, αρχικό γράμμα της εταιρείας, που δημιουργείται από τις αλληλεπικαλυπτόμενες γραμμές (Εικόνα 40).



Εικόνα 40: Ο νόμος της συνέχειας στο logo από την Caitlin Jansma (<https://99designs.com/profiles/casian>)

### Ο νόμος της αυτόματης συμπλήρωσης (Closure)

Γνωστή και από μελέτες συμπεριφορικής ψυχολογίας και φυσιολογίας η αρχή αυτή υποστηρίζει ότι το μάτι θα αντιληφθεί μία φόρμα σαν ολοκληρωμένη ακόμη και αν λείπουν κάποια μέρη της ή είναι ημιτελή (εικόνα 18)



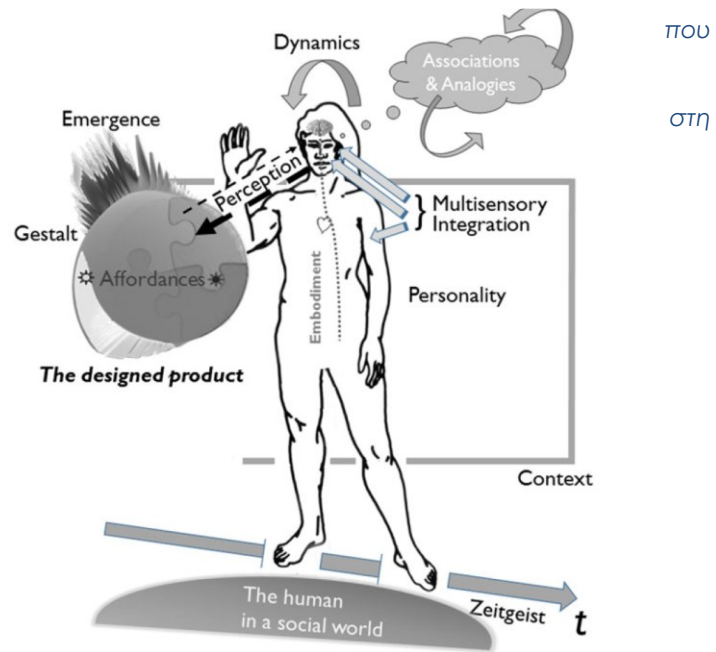
Εικόνα 41: Στο παραπάνω logo δημιουργείται στον εγκέφαλό μας η εικόνα ενός ποδηλάτου παρ' όλο που το σχήμα αποτελείται από ασύνδετα μεταξύ τους τρίγωνα και κύκλους (<https://99designs.com/profiles/suseno>)

Οι παραπάνω αρχές δεν είναι όμως κάτι σταθερό και υπόκεινται σε αλλαγές. Αλλαγές που έχουν σχέση και ενισχύονται από την τεχνολογική πρόοδο, από

τις κοινωνικές αλλαγές και από τις διαθέσιμες πηγές παραμέτρους οι οποίες αλλάζουν και αυτό που ονομάστηκε **Zeitgeist**, το πνεύμα των καιρών (spirit of time and space). Η παράμετρος αυτή όχι μόνο επηρεάζει τον φυσικό μας κόσμο αλλά και τον πνευματικό μας κόσμο. Επηρεάζει τις ιδέες μας για το τι είναι αρκετό, τι είναι επιθυμητό, τι θέλουμε, τι μας αρέσει και τι είναι κατάλληλο για τις ανάγκες μας. Θα πρέπει λοιπόν να λαμβάνουμε και αυτό υπόψη όταν προσπαθούμε να σχεδιάσουμε ένα προϊόν ή μία υπηρεσία (Carbon, 2019). Θα πρέπει επίσης να λαμβάνεται υπόψη η προσωπικότητα και το κοινωνικό και γενικότερο πλαίσιο που επηρεάζονται από το Zeitgeist. Έτσι οι ανοχές που υπάρχουν στη σχεδίαση ενός προϊόντος δεν είναι γενικές αλλά εξαρτώνται από το άτομο και την κατάσταση στην οποία βρίσκεται και θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη (Εικόνα 42).

Τις παραμέτρους αυτές ή κάποιες από αυτές θα προσπαθήσουμε να ενσωματώσουμε στη δική μας σχεδίαση και επιλογή.

Εικόνα 42: Παράγοντες καθορίζουν μια επιτυχή ενσωμάτωση της ψυχολογίας του Design σχεδίαση νέων προϊόντων (προσαρμογή από Carbon, 2019)



Αρχικά θα μελετήσουμε τις υπάρχουσες λύσεις κάνοντας μία αναδρομή σε προηγούμενες ή και ισχύουσες αυτή τη στιγμή προσπάθειες. Στη συνέχεια και με βάση διεθνείς τάσεις, πρότυπα και τις ιδιαίτερες ανάγκες της ηλικιακής ομάδας στην οποία απευθυνόμαστε θα κάνουμε τις δικές μας προτάσεις για το σχεδιασμό ενός κάδου ανακύκλωσης για τάξεις δημοτικού σχολείου.



### 9.3 Ανταγωνιστικά προϊόντα

Στην παράγραφο αυτή θα αναφερθούμε σε προηγούμενες προσπάθειες σχεδίασης ενός κάδου ανακύκλωσης για δημοτικά σχολεία με έμφαση στην πρωτοτυπία και στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της ηλικιακής αυτής ομάδας. Μια αναζήτηση στο διαδίκτυο μπορεί να μας προσφέρει ποικιλία τέτοιων προσπαθειών με κάποιες από αυτές να είναι πιο απλές στην υλοποίηση και κάποιες πιο εξεζητημένες και ακριβές. Επίσης ανευρίσκουμε βιβλιογραφία η οποία προσπαθεί να ερμηνεύσει τους παράγοντες εκείνους που μπορεί να επηρεάσουν την συμπεριφορά ανακύκλωσης έτσι ώστε αυτή να ενταχθεί στην καθημερινότητα. Έτσι στην εργασία τους οι Montazeri και συν (2012) μελετούν το ρόλο που μπορεί να παίξει το χρώμα και το σχήμα ενός κάδου ανακύκλωσης στην συμπεριφορά του δείγματος αναδεικνύοντας το πράσινο σαν το πιο «προωθητικό» για ανακυκλωτική συμπεριφορά χρώμα σε σχέση με το γκρι, το κόκκινο και το μπλε. Η συμπεριφορά αυτή εξηγήθηκε εν μέρει λόγω της σύγκρισης π.χ. με έναν γκρι κάδο που τοποθετήθηκε δίπλα σε αυτόν αλλά και λόγω της σημασία του χρώματος που παραπέμπει σε βιωσιμότητα και φιλικότητα προς το περιβάλλον. Σε άλλες εργασίες το μπλε και το πράσινο (σε αντιδιαστολή με το κόκκινο) φάνηκε να κινητοποιούν την συμπεριφορά ανακύκλωσης (Mehta & Zhu, 2009). Άλλοι συγγραφείς χρησιμοποίησαν και οπτικά ερεθίσματα (banners) προκειμένου να ενισχύουν την συμπεριφορά ανακύκλωσης σε ένα σχολείο (Miller et al, 2016), ενώ άλλοι ερευνητές υποστήριξαν ότι η θέση που είναι τοποθετημένοι οι κάδοι (σε σημείο εύκολης πρόσβασης) αυξάνει τα ποσοστά ανακύκλωσης σε σχολεία (Fritz et al, 2017). Στην εργασία της η Felske (2020) αποφάσισε να εντάξει και το παιχνίδι (gamification) σε συνδυασμό με τα οπτικά ερεθίσματα διαφόρων τύπων (αφίσες, βέλη στο πάτωμα που οδηγούν στους κάδους), συμπεριλαμβάνοντας μία λαχειοφόρο όπου ανάλογα με τον όγκο των υλικών που ανακυκλώνονταν ο «παικτήρας»

εξασφάλιζε ανάλογους λαχνούς. Όπως και η ίδια παραδέχεται υπήρχαν αρκετά προβλήματα στην εφαρμογή αλλά η ιδέα της προσθήκης μίας παραμέτρου παιχνιδιού ή ανταμοιβής θα μπορούσε να συμπεριληφθεί σε μια προσπάθεια δημιουργίας ενός πρωτότυπου κάδου ανακύκλωσης (Εικόνα 43).



Εικόνα 43: Η πρόταση της Felske (<https://bearworks.missouristate.edu/theses/3469/>)

Τέλος, πιο «προχωρημένες» προτάσεις χρησιμοποιούν λογισμικό οπτικού εντοπισμού (visual detection) για να διαχωρίσουν τα υλικά που απορρίπτονται σε «έξυπνους» κάδους καθοδηγώντας τα σε αντίστοιχα δοχεία, ενώ ταυτόχρονα θα υπολογίζει και την πληρότητά τους και την ανάγκη για άδειασμα ( Pirosko, Stephen et al., 2021). Ωστόσο, η συγκεκριμένη πρόταση αν και πρωτότυπη, δεν ενισχύει το πνεύμα της

ανακύκλωσης μια και προτρέπει τους χρήστες να πετάνε οτιδήποτε στον κάδο «και αυτός θα τα ξεχωρίσει μόνος του».

Ιδιαίτερα όσον αφορά την χρήση σε σχολεία μπορούν να εντοπιστούν στο διαδίκτυο αρκετές προσπάθειες όπου ο κάδος μπορεί να γίνει «καμβάς ζωγραφικής» ή να έχει διάφορα θελκτικά για τα παιδιά σχήματα. Στις παρακάτω εικόνες φαίνονται κάποιες από αυτές τις προσεγγίσεις (εικόνα 44).



<https://www.recyclingbins.co.uk/52-litre-fun-pencil-recycling-bin.html>



<https://www.recyclingbins.co.uk/open-top-recycling-bin-with-colour-coded-lids-30-litres.html>



<https://www.recyclingbins.co.uk/zeus-3-bay-recycling-station-87-litre-per-bay.html>



<https://www.recyclingbins.co.uk/metro-recycling-bin-80-litre.html>

*Εικόνα 44: Διάφοροι κάδοι ανακύκλωσης για σχολεία και χώρους γραφείου.*

Κάποιες προσπάθειες έχουν γίνει και στην Ελλάδα στις οποίες έχουμε δείξει στην Εικόνα 32.

Σε κάθε περίπτωση το σχέδιο του κάδου φαίνεται να επηρεάζει το ποσοστό επιτυχίας της ανακύκλωσης είτε αυτή γίνεται σε δημόσιους χώρους, είτε ιδιωτικούς είτε αφορά ενήλικες είτε παιδιά (Jiang et al., 2019).

## 10 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΝΕΟΥ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ – ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ

### 10.1 Βασικά εργονομικά χαρακτηριστικά

Στην παράγραφο 5.1.1 αναφερθήκαμε στα βασικά ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των παιδιών του Δημοτικού (6-12) ετών όπως π.χ. το ύψος αλλά και η δυνατότητα ανάγνωσης, η προτίμηση σε χρώματα ή σχήματα κ.λ.π. Σύμφωνα με τα δεδομένα της WHO τα αγόρια 6-9 ετών έχουν ύψος 105-145cm και 10-12 ετών έχουν ύψος 120-165 εκατοστά. Αντίστοιχα τα κορίτσια 6-9 ετών έχουν ύψος 100-140cm και 10-12 ετών έχουν ύψος 140-160cm. Μία σημαντική παράμετρος που μας ενδιαφέρει επίσης για την σχεδίαση είναι το ύψος του ώμου (shoulder height) καθώς και το μήκος του χεριού (arm length) καθώς και το βάθος πρόσβασης (reach depth) γιατί το ύψος του κάδου μας θα πρέπει να εξασφαλίζει άνετη προσβασιμότητα στο μαθητή. Τα δεδομένα αυτά μπορούμε να λάβουμε από το εργαλείο της DINED (<https://dined.io.tudelft.nl/en/database/tool>). Δεδομένου ότι οι κάδοι ανακύκλωσης θα πρέπει να είναι προσβάσιμων και για τα δύο φύλα θα λάβουμε υπόψη τις διαστάσεις που αναφέρονται σε mixed πληθυσμό μαθητών (Εικόνα 45).

Introduction
Tool
Help

Dutch adults, dined2004

Dutch adults, dined2003

Dutch adults, dined1982

Dutch elderly, geron1998

Dutch children, kima1993

Dutch elderly, gdvw1984

Dutch Growth, growthdiagrams

Dutch students, delstu2016

Dutch students, delstu1986

International, international

Chilean children, chile2012

CAESAR (NL), caesar

CAESAR (USA), caesar-usa

CAESAR (IT), caesar-it

Chilean workers, chile2016-workers

Dutch children, 0.5-7.0 years (NL), mota2019

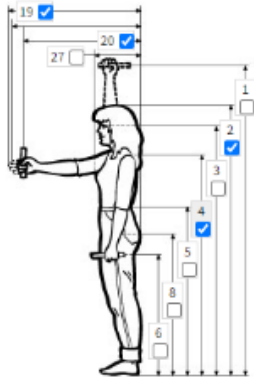
Dutch children, kima1993 - more

select: [female](#), [male](#), [mixed](#), [none](#)

	f	m	m-f
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

- table

select: [all](#), [none](#), [available](#)



Deselect all

Measures

- Standing, length/depth
- Standing, width/circumference
- Sitting, length/width/depth
- Head
- Hand
- Foot
- Joint excursion
- Force exercise
- Other
- combined measures

select: [all](#), [available](#), [none](#)

hide selection panel

mean and sd	single measure		set percentiles		set measurements			
populations	International North Europe, mixed		Dutch children 6, mixed		Dutch children 9, mixed		Dutch children 12, mixed	
measures	mean	sd	mean	sd	mean	sd	mean	sd
Reach depth (mm)	840	47	853	61	991	64	1098	81
Arm length (mm)			498	32	568	39	641	50
Stature (mm)	1750	87	1226	48	1405	61	1565	79
Shoulder height (mm)			962	45	1124	55	1271	70

Εικόνα 45: Προσδιορισμός ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών ύψους για παιδιά ηλικίας 6-12 ετών σύμφωνα με την DINED

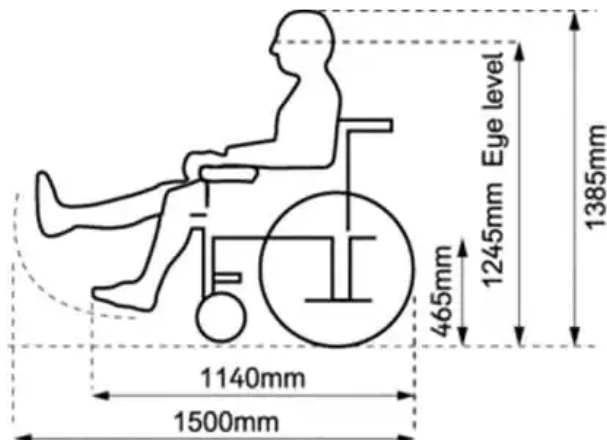
Σελίδα | 92

Με βάση τα παραπάνω το άνοιγμα του κάδου για την απόρριψη των προς ανακύκλωση υλικών θα πρέπει να βρίσκεται σε τέτοιο ύψος ώστε να μην ξεπερνάει το μέσο ύψος του ώμου των παιδιών της μικρότερης ηλικίας ενώ η μέγιστη απόσταση της οπής απόρριψης του κάδου δεν θα πρέπει να ξεπερνάει το μήκος του χεριού τους (arm length). Αυτό σημαίνει ότι το μέγιστο ύψος στο οποίο θα βρίσκεται η οπή θα πρέπει να είναι 962mm (960-45) και το μέγιστο βάθος μέχρι την οπή απόρριψης 498mm (498-32).

## 10.2 Ειδικά χαρακτηριστικά – Προσβασιμότητα

Μία από τις παραμέτρους στις οποίες θέλουμε να δώσουμε έμφαση είναι η πρόσβαση για άτομα με αναπηρίες. Από εργονομικής άποψης **τα άτομα με κινητικά προβλήματα** που βρίσκονται σε αναπηρικό αμαξίδιο έχουν διαφορετικά ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη. Έτσι το άνοιγμα του κάδου για την απόρριψη των προς ανακύκλωση υλικών θα πρέπει να βρίσκεται σε τέτοιο ύψος ώστε να μην ξεπερνάει το ελάχιστο ύψος του ώμου των παιδιών (ύψος-SD) της μικρότερης ηλικίας ενώ η μέγιστη απόσταση της οπής απόρριψης του κάδου δεν θα πρέπει να ξεπερνάει το μήκος του χεριού (arm length). Το μέγιστο βάθος μέχρι την οπή απόρριψης μπορεί να είναι το ίδιο δεδομένου ότι το παιδί μπορεί να κάνει την κίνηση με έκταση του χεριού προς τα πλάγια άρα το βάθος παραμένει στα 466mm (498-32) (εικόνα ). Όσον αφορά το ύψος του ώμου θα πρέπει να συνυπολογίσουμε παραμέτρους που έχουν σχέση με το αναπηρικό

αμαξίδιο. Δεδομένου ότι το ύψος της θέσης του αμαξιδίου είναι περίπου 465mm (εικόνα 46) και σύμφωνα με τους πίνακες της DINED (εικόνα 47) το ύψος ώμου του καθήμενου παιδιού από το κάθισμα είναι 450mm και στην περίπτωση αυτή το ύψος της οπής δεν θα πρέπει να ξεπερνάει τα 900mm περίπου.



**Average Height  
Wheelchair  
User**

Εικόνα 46: Μεγέθη και ύψη για άτομο που κάθεται σε αναπηρικό αμαξίδιο (<https://www.karmanhealthcare.com/average-height-wheelchair-user/>)

Για τα παιδιά με προβλήματα **όρασης** θα μπορούσε να υπάρξει μία ανάγλυφη προσθήκη που παραπέμπει στο είδος προς ανακύκλωση (σχηματική ή σε γραφή braille).

Log in emails ETAA Χάρτες Skype για επιχειρή... Νέα καρτέλα NKT Cells: Invariant... Body's 'serial killers'... ERASMUS + - Med... Cart

Introduction Tool Help

Deselect all

Dutch adults, dined2004  
 Dutch adults, dined2003  
 Dutch adults, dined1982  
 Dutch elderly, geron1998  
 Dutch children, kima1993  
 Dutch elderly, gdvv1984  
 Dutch Growth, growthdiagrams  
 Dutch students, delstu2016  
 Dutch students, delstu1986  
 International, international  
 Chilean children, chile2012  
 CAESAR (NL), caesar  
 CAESAR (USA), caesar-usa  
 CAESAR (IT), caesar-it  
 Chilean workers, chile2016-workers  
 Dutch children, 0.5-7.0 years (M1)\_intro2019

Dutch children, kima1993 - more  
 select: female, male, mixed, none

f m m:f  
 2     
 3     
 4     
 5     
 6     
 7     
 8     
 9     
 10     
 11     
 12

- table  
 select: all, none, available

Measures

- Standing, length/depth
- Standing, width/circumference
- Sitting, length/width/depth
- Head
- Hand
- Foot
- Joint excursion
- Force exercise
- Other
- combined measures

select: all, available, none

hide selection panel

mean and sd	single measure		set percentiles		set measurements	
populations	Dutch children 6, mixed		Dutch children 9, mixed		Dutch children 12, mixed	
measures	mean	sd	mean	sd	mean	sd
Buttock-knee depth, sitting (mm)	412	23	484	28	551	33
Shoulder height, sitting (mm)	404	22	456	26	509	32

Εικόνα 47: Προσδιορισμός ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών ύψους για καθημένα παιδιά ηλικίας 6-12 ετών σύμφωνα με την DINED

### 10.3 Ασφάλεια και υγιεινή

Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να τηρούνται και οι **κανόνες ασφάλειας και υγιεινής** κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ανακύκλωσης. Έτσι στον προτεινόμενο κάδο δεν θα υπάρχουν ανοιγόμενες θύρες στις οποίες τα παιδιά θα μπορούσαν να πιάσουν το χέρι τους. Επίσης με τον τρόπο αυτό τα παιδιά δεν θα χρειάζεται να ανοίγουν κάποιο «καπάκι» που πιθανόν έχει πιάσει πριν κάποιος συμμαθητής του τηρώντας τους κανόνες υγιεινής των μαθητών.



## 10.4 Επιλογή υλικού

Για το υλικό κατασκευής είχαμε αρκετές επιλογές, όπως Πλαστικό, Μέταλλο, Ξύλο, Fiberglass, Χαρτόνι, Συνδυασμός υλικών, ανακυκλωμένο πλαστικό, κ.α.

Το κάθε υλικό είχε τα θετικά και τα αρνητικά του έτσι έπρεπε να πάρουμε μια απόφαση με βάση τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του προϊόντος, την αγορά σήμερα, αλλά και μελλοντικά, το περιβαλλοντικό αποτύπωμα, το κόστος, την αντοχή του κ.α.

Έπειτα από έρευνα στο διαδίκτυο παρατηρήσαμε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό στην αγορά αυτήν την στιγμή τόσο στην ελληνική όσο και στην διεθνή χρησιμοποιεί ανακυκλωμένο πλαστικό. Μετά από έρευνα και σύγκριση μεταξύ των διαφόρων υλικών αποφασίσαμε να χρησιμοποιήσουμε ανακυκλωμένο πλαστικό διότι σύμφωνα με την βιβλιογραφία μας εξασφαλίζει τα παρακάτω (Hopewell et al., Dahlbo et al., 2018, Ferronato & Torretta 2019, Lebreton & Andrady, 2019, Rajkumar J & Sirajuddin A, 2019)

### **Πλεονεκτήματα:**

1. **Βιωσιμότητα:** Η χρήση ανακυκλωμένου πλαστικού μειώνει τη ζήτηση για νέα παραγωγή πλαστικών, η οποία μπορεί να συμβάλει στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που σχετίζονται με την εξόρυξη και την επεξεργασία πρώτων υλών.

2. **Μείωση απορριμμάτων:** Βοηθά στη μείωση της ποσότητας των πλαστικών απορριμμάτων που καταλήγουν σε χωματερές ή στο περιβάλλον.

3. **Ενεργειακή απόδοση:** Η διαδικασία ανακύκλωσης πλαστικού χρησιμοποιεί λιγότερη ενέργεια σε σύγκριση με την παραγωγή νέου πλαστικού από πρώτες ύλες.

4. **Οικονομικά οφέλη:** Η ανακύκλωση μπορεί να δημιουργήσει θέσεις εργασίας και να συμβάλει στην οικονομία.

Φυσικά όμως το κάθε υλικό έχει και τα μειονεκτήματά του και θα ήθελα να αναφέρω μερικά από αυτά παρακάτω.

#### **Μειονεκτήματα:**

1. **Ποιότητα:** Το ανακυκλωμένο πλαστικό μπορεί να μην είναι τόσο ανθεκτικό ή ισχυρό όσο το νέο πλαστικό. Αυτό θα μπορούσε να επηρεάσει τη διάρκεια ζωής και την αποτελεσματικότητα του κάδου ανακύκλωσης.

2. **Μόλυνση:** Ανάλογα με τη διαδικασία ανακύκλωσης, το ανακυκλωμένο πλαστικό μπορεί να περιέχει ρύπους που μπορεί να είναι επιβλαβείς εάν δεν διαχειρίζεται σωστά.

3. **Περιορισμένη ανακύκλωση:** Δεν μπορούν να ανακυκλωθούν όλοι οι τύποι πλαστικού και το πλαστικό μπορεί να ανακυκλωθεί μόνο περιορισμένο αριθμό φορών προτού ανοικοδομηθεί και καταστεί άχρηστο.

**4. Κόστος:** Ανάλογα με την περιοχή και τη διαθεσιμότητα εγκαταστάσεων ανακύκλωσης, το κόστος της ανακύκλωσης πλαστικού μπορεί μερικές φορές να είναι υψηλότερο από την παραγωγή νέου πλαστικού.

Συμπερασματικά, όπως προαναφέραμε η παγκόσμια κρίση πλαστικών απορριμμάτων απαιτεί καινοτόμες λύσεις για τη μείωση, την επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση πλαστικών υλικών. Μια τέτοια λύση είναι η χρήση ανακυκλωμένου πλαστικού στην παραγωγή κάδων ανακύκλωσης

Το ανακυκλωμένο πλαστικό προσφέρει πολλά περιβαλλοντικά οφέλη. Μειώνει τη ζήτηση για νέα παραγωγή πλαστικών, μειώνοντας έτσι τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που σχετίζονται με την εξόρυξη και την επεξεργασία πρώτων υλών (Hopewell et al., 2009). Επιπλέον, βοηθά στη μείωση της ποσότητας πλαστικών απορριμμάτων που καταλήγουν σε χωματερές ή στο περιβάλλον (Lebreton & Andrady, 2019). Ωστόσο, η ποιότητα του ανακυκλωμένου πλαστικού και η πιθανότητα μόλυνσης είναι κάτι που στην περίπτωση μας δεν μας απασχολεί καθώς δεν έχουμε να κάνουμε με αντικείμενα που προορίζονται για χρήση στην βιομηχανία τροφίμων ή σκευών που χρησιμοποιούνται π.χ. για την καθημερινότητα (σκεύη μαγειρικής, δοχεία αποθήκευση τροφίμων κλπ).

Από οικονομική άποψη, η ανακύκλωση μπορεί να δημιουργήσει θέσεις εργασίας και να συμβάλει στην οικονομία. Ωστόσο, το κόστος της ανακύκλωσης πλαστικού μπορεί μερικές φορές να είναι υψηλότερο από την παραγωγή νέου πλαστικού, ανάλογα με την περιοχή και τη διαθεσιμότητα εγκαταστάσεων ανακύκλωσης (Ferronato & Torretta, 2019). Το ανακυκλωμένο πλαστικό μπορεί να μην είναι τόσο ανθεκτικό ή ισχυρό όσο το νέο πλαστικό, γεγονός που θα μπορούσε να επηρεάσει τη διάρκεια ζωής και την αποτελεσματικότητα του κάδου ανακύκλωσης.

Παρά τα όποια προβλήματα η βελτίωση της τεχνολογίας και των συστημάτων ανακύκλωσης μπορεί να βελτιστοποιήσει τη χρήση του ανακυκλωμένου πλαστικού (Hopewell et al., 2009, (Lebreton & Andrady, 2019).

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται συχνότερα για την κατασκευή των κάδων ανακύκλωσης είναι το πολυαιθυλένιο, το πολυπροπυλένιο και το Πολυστυρένιο και έχουν διάφορες ποιότητες και μορφές. Κάθε κατηγορία και μορφή είναι κατάλληλη για έναν συγκεκριμένο τύπο κατασκευής και τελικού προϊόντος και κάθε τύπος πλαστικού έχει διαφορετικές φυσικές και χημικές ιδιότητες. Για παράδειγμα, το πολυαιθυλένιο είναι ένας τύπος πλαστικού που περιλαμβάνει ποιότητες χαμηλής, μέσης και υψηλής πυκνότητας. Το πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE) είναι το καταλληλότερο για την κατασκευή δοχείων με έγχυση για χρήση σε εξωτερικούς χώρους (πίνακας 2).

Συχνότερα χρησιμοποιούνται το πολυαιθυλένιο και το πολυπροπυλένιο ενώ το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο από αυτά είναι το πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE). Αυτό το πλαστικό υλικό είναι η πιο δημοφιλής επιλογή για αυτά τα δοχεία λόγω της άκαμπτης κατάστασής του, της υψηλής αντοχής στην κρούση και της ανθεκτικότητάς του στα στοιχεία. Βέβαια χρησιμοποιείται ακόμη και το πολυπροπυλένιο γιατί είναι φθηνότερο και υπάρχει δυνατότητα χρήσης περισσότερου post-consumer πλαστικού για την κατασκευή του που μερικές φορές είναι και ζητούμενο (Clark A, 2018).

Λόγω της δυνατότητας να κατασκευαστεί με έγχυση για χρήση σε εξωτερικούς χώρους επιλέξαμε σαν υλικό το **υψηλής πυκνότητας HDPE**. Για να εξασφαλίσουμε μεγαλύτερη αντοχή κατά το χειρισμό, μεταφορά ή άδειασμα θα εντάξουμε στο σχέδιό μας και κάποιες λαβές, ενισχυμένα χείλη και γωνίες.

## Πίνακας 2: Χρήσεις και χαρακτηριστικά του HDPE

<b>ΧΡΗΣΕΙΣ</b>	<b>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ</b>
Δεξαμενές χημικών	Εύκολη συγκόλληση με θερμοπλαστικό εξοπλισμό
Συστήματα παιδικών χαρών εξωτερικών και εσωτερικών χώρων	Χαμηλή απορρόφηση υγρασίας
Ναυτικές κατασκευές (προστατευτικά πασσάλων, προφυλακτήρες, αντιολισθητικές επιφάνειες)	Αντοχή σε χημικά και διάβρωση
Έπιπλα και ντουλάπια εξωτερικού χώρου	Χαμηλό βάρος
Σανίδες κοπής για την προετοιμασία φαγητού	

## 11. ΙΔΕΑΣΜΟΣ

### 11.1 Προσχέδια προϊόντος

Η λογική στην οποία δομήθηκε η ιδέα για την μορφή του κάδου μας βασίζεται πάνω σε έρευνες που έχουμε ήδη εξηγήσει στην εργασία μας σε προηγούμενα Κεφάλαια. Ο σκοπός μας ήταν να είναι ο σχεδιασμός του όσο πιο φιλικός και γνώριμος γίνεται για τα όλα τα παιδιά, ανεξαρτήτως δυνατοτήτων. Με αυτή την σκέψη γεννήθηκε η ιδέα μας, ένας κάδος ο οποίος να είναι εύκολος στην συναρμολόγηση, σε επίπεδο που ακόμα και τα παιδιά με την βοήθεια της δασκάλας τους θα μπορούσαν να τον συναρμολογήσουν.

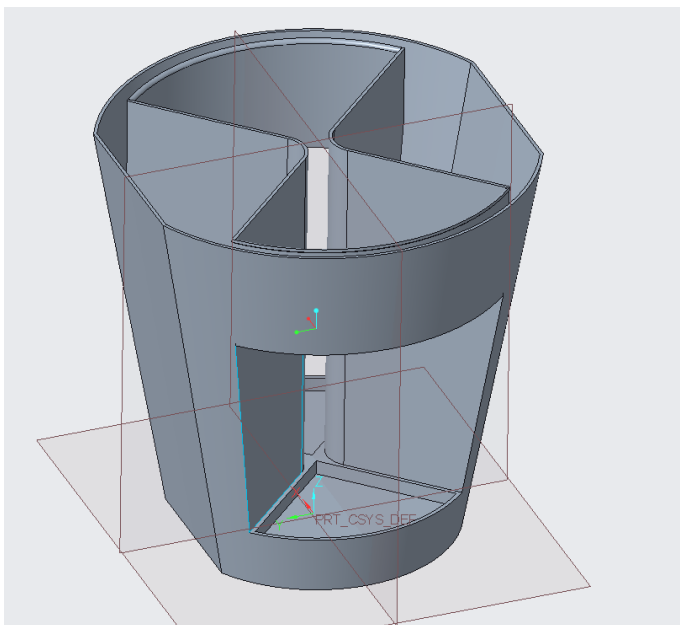
Ο κάδος είναι φτιαγμένος από ανακυκλωμένο πλαστικό HDPE, είναι ελαφρύς για να μπορεί να συναρμολογηθεί εύκολα από όλους, έχει μεγάλη αντοχή στις καταπονήσεις και διαβρώσεις που μπορεί να υποστεί στο βάθος του χρόνου και είναι ευχάριστος σε κάθε θέση του σχολικού περιβάλλοντος.

Θέλαμε επίσης ο κάδος να είναι προσαρμόσιμος σε κάθε σχολείο και σε πολλούς διαφορετικούς χώρους, έτσι αποφασίσαμε να κάνουμε μια **«οικογένεια»** κάδων. Το αντικείμενο αποτελείται από επιμέρους μέρη που δίνουν την δυνατότητα σε κάθε σχολείο, ή ακόμα και σε κάθε τάξη, να εναλλάσσει τα χρώματα, σχήματα και χρήση του κάδου όπως αυτός ή αυτή θέλει, δίνοντας έτσι μια μοναδικότητα και προσωπικότητα στον κάθε κάδο!

Σημαντικό συστατικό της κατασκευής είναι και το μέγεθος του κάδου το οποίο σε αντίθεση με τους συνήθεις κάδους είναι προσαρμοσμένο στα

ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των παιδιών Δημοτικού Σχολείου αλλά και παιδιών με κινητικά προβλήματα ή προβλήματα όρασης.

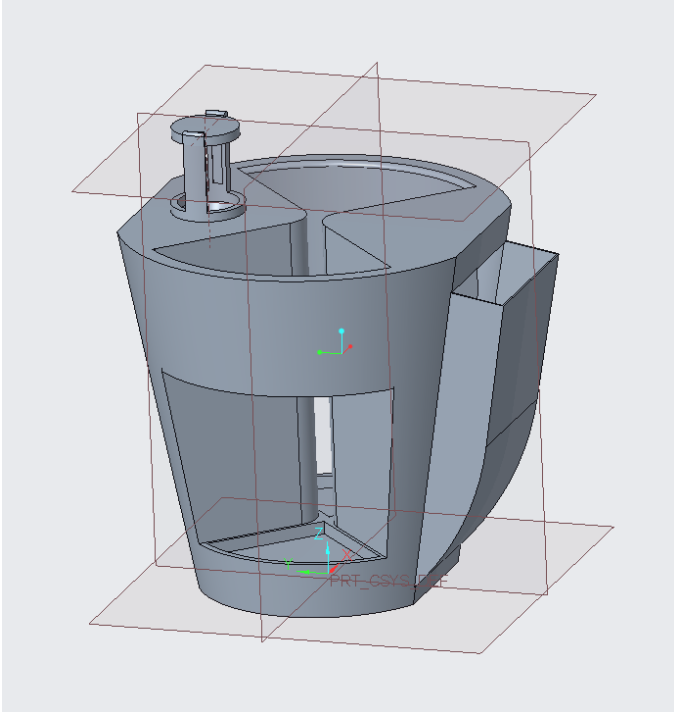
Για να φτάσουμε στο τελικό σχέδιο χρειάστηκε να επισκεφθούμε δημοτικά σχολεία της περιοχής μας, να δούμε τους χώρους και πιθανούς κάδους που ήδη υπάρχουν στα πλαίσια άλλων προγραμμάτων ανακύκλωσης (κάποια έχουν παρουσιαστεί σε προηγούμενα κεφάλαια). Κατά τη διάρκεια της προσπάθειάς μας υπήρξαν αρκετά προσχέδια τα οποία παρουσιάζουμε στις εικόνες 48 έως 51. Συγκεκριμένα το Προσχέδιο 1 (εικόνα 48) ήταν ένας κάδος σχήματος κάδου απορριμμάτων χωρίς καπάκι με δύο διαμερίσματα για την απόρριψη μπουκαλιών και χαρτιών στην άλλη πλευρά καθώς και δύο θέσεις με διαφανή πρόσοψη για να γίνεται ορατό το περιεχόμενο στο οποίο θα μπορούσαν να πετάγονται γενικά απορρίμματα.



Εικόνα 48: Προσχέδιο 1

Στη δεύτερη προσπάθεια (Εικόνα 49) προσθέσαμε καπάκι το οποίο έφερε οπή για την απόρριψη μπουκαλιών (η οποία θεωρητικά θα μπορούσε να

συμπιέζει τα μπουκάλια για μικρότερο όγκο στη μία πλευρά) και χαρτιών στην άλλη πλευρά καθώς και δύο θέσεις με διαφανή πρόσοψη για να γίνεται ορατό το περιεχόμενο. Το σχήμα δεν μας φάνηκε αρκετά ελκυστικό ενώ στο μηχανισμό συμπίεσης θα μπορούσε να πιαστεί το χέρι κάποιου παιδιού.

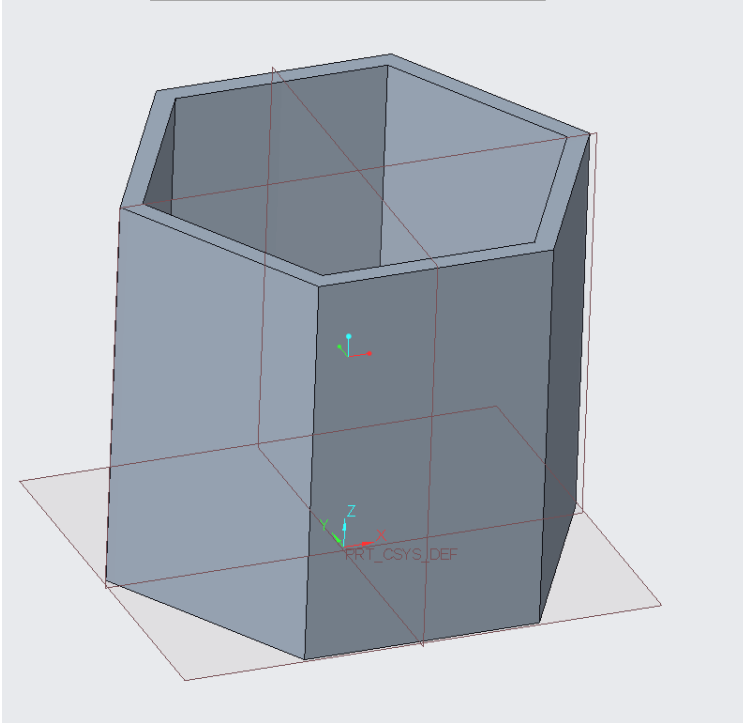


*Εικόνα 49: Προσχέδιο 2*

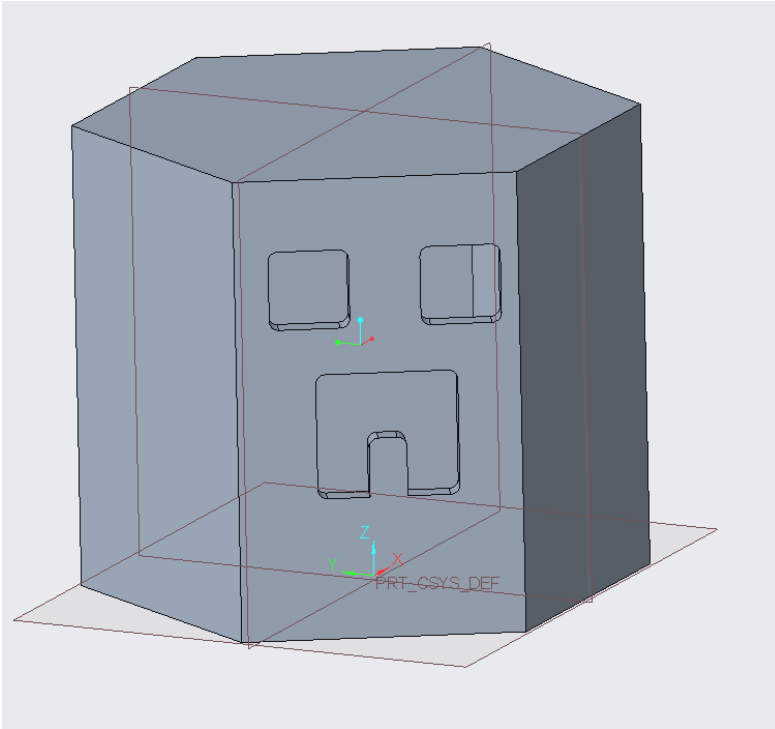
Δεδομένου ότι το σχήμα τυπικού «κουβά» δεν μας ικανοποιούσε θελήσαμε να προσπαθήσουμε να σχεδιάσουμε έναν κάδο πολυγωνικού σχήματος. Γενικά το εξαγώνο είναι ένα σχήμα που υπάρχει στη φύση (κυψέλες μελισσών, χιονονιφάδες, άτομα άνθρακα κ.ά) κλπ και χρησιμοποιείται στο σχεδιασμό γιατί προσφέρει δυνατότητες βελτιστοποίησης ιδιαίτερα στον χώρο που καταλαμβάνουν αντικείμενα αλλά και δυνατότητα δημιουργίας σχεδίων (Corrado, 2023). Έτσι προέκυψε αρχικά το προσχέδιο 3 (εικόνα 50) ενώ σε μία προσπάθεια να απεικονίσουμε κάποιο ελκυστικό για τα παιδιά σχήμα προέκυψε το προσχέδιο της εικόνας 51 που περιελάμβανε χαρακτήρα



από γνωστό βιντεοπαιχνίδι . Για λόγους όμως copyright αλλά και γιατί δεν μας ενθουσίασε ιδιαίτερα δεν προχωρήσαμε στο σχεδιασμό του.

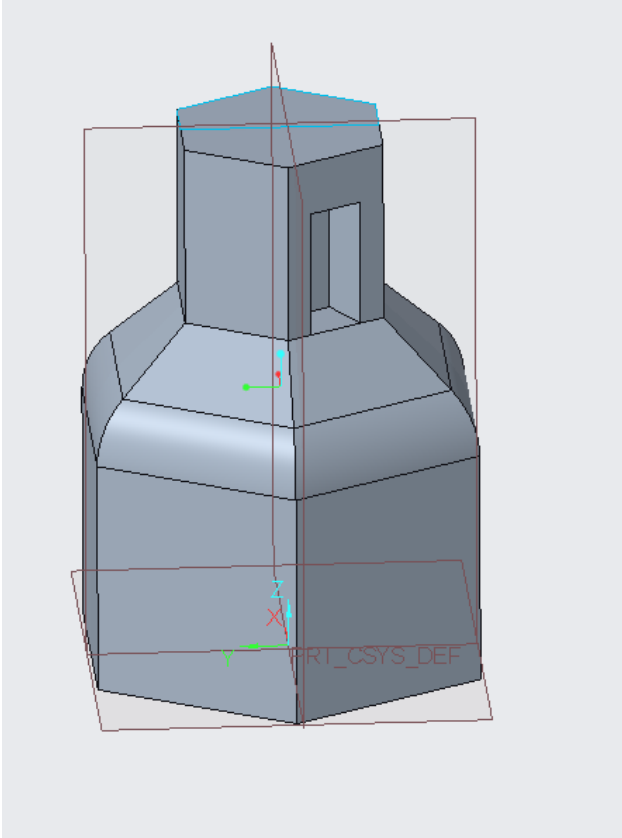


Εικόνα 50: Προσχέδιο 3



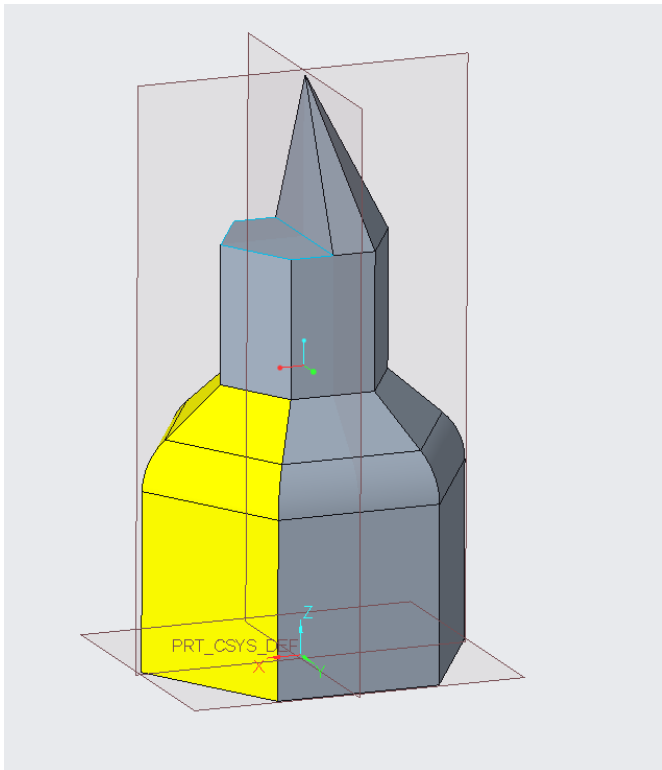
*Εικόνα 51: Προσχέδιο 4*

Κρατώντας το εξάγωνο σχήμα σκεφτήκαμε ότι θα μπορούσαμε να τροποποιήσουμε το σχήμα έτσι ώστε ο κάδος μας να προσομοιάζει με καπάκι μπουκαλιού και να φέρει μία οπή για την απόρριψη των μπουκαλιών. Έτσι προέκυψε το προσχέδιο 5.



Εικόνα 52: Προσχέδιο 5

Με το σχήμα αυτό όμως περιορίζαμε την ανακύκλωση μόνο στα πλαστικά μπουκάλια και αφήναμε απέξω το χαρτί που αποτελεί ένα από τα δύο βασικά συστατικά προς ανακύκλωση όπως είπαμε σε προηγούμενα κεφάλαια. Έτσι θέλοντας να συνδυάσουμε και τα δύο σκεφτήκαμε να σχεδιάσουμε έναν κάδο «διπλής όψης» (προσχέδιο 53????). Από τη μία πλευρά θα έμοιαζε με μπουκάλι για την απόρριψη πλαστικών μπουκαλιών και από την άλλη με μολύβι για την απόρριψη χαρτιού.



Εικόνα 53: Προσχέδιο 6

Τα πρώτα προσχέδια τα απορρίψαμε γιατί θεωρήσαμε ότι δεν ήταν αρκετά ελκυστικά για αυτές τις ηλικίες λόγω του σχήματός και της πολυπλοκότητας που είχαν για να συν αρμολογηθούν. Παρόλα αυτά συνέβαλαν στην διαμόρφωση του τελικού μας σχεδίου.

Όλα τα παραπάνω προσχέδια αλλά και η σχεδίαση του τελικού προϊόντος καθώς και τα φωτορεαλιστικά σχέδια έγιναν με χρήση του προγράμματος **CREO PARAMETRIC 8.0. & KeyShot 11.**

## 11.2 Τελική επιλογή προϊόντος και Φωτορεαλιστική απεικόνιση

Η ιδιαιτερότητα του προϊόντος μας βασίζεται στο σχήμα του το οποίο αποτελεί και ένδειξη του υλικού το οποίο θα ανακυκλώνεται σε αυτό υποδεικνύοντας έτσι στα παιδιά τον σωστό κάδο.

Ο κάδος αποτελείται από 5 μέρη:

- (1) μία **βάση** πάνω στην οποία προσαρμόζεται το εξωτερικό κέλυφος
- (2) το **εξωτερικό κέλυφος** του οποίου το χρώμα και η διαφάνεια μπορεί να διαφοροποιηθεί ανάλογα με τη χρήση και τον χρήστη. Το κέλυφος αυτό προσαρμόζεται έτσι στη βάση ώστε να μπορεί να περιστρέφεται. Επίσης φέρει λαβές για να μπορεί να μεταφερθεί και να τοποθετηθεί εύκολα. Ταυτόχρονα προτείνουμε να έχει ανάγλυφα σχέδια που θα διευκολύνουν την ανακύκλωση από παιδιά με προβλήματα όρασης.
- (3) ο **εσωτερικός (κυρίως) κάδος** που θα δέχεται τα προς ανακύκλωση υλικά. Και αυτός έχει λαβές για να μπορεί να μεταφέρεται και να αδειάζει εύκολα
- (4) η **βάση του καπακιού** που φέρει την οπή για την απόρριψη των προς ανακύκλωση υλικών. Φέρει και αυτή λαβή για να αποσπάται εύκολα από τον κάδο όταν χρειάζεται.
- (5) Το τελικό κομμάτι (**κεφαλή**) είναι και αυτό του οποίου το σχήμα σε συνδυασμό με το χρωματισμό και τις ενδείξεις προσδίδει κι τον χαρακτηρισμό του κάδου (κάδος για ανακύκλωση χαρτιού ή πλαστικών μπουκαλιών)

Με βάση τα παραπάνω δημιουργούνται δύο είδη κάδων: ένας που προσομοιάζει με πλαστικό μπουκάλι για την ανακύκλωση πλαστικών, και ένας δεύτερος που προσομοιάζει με μολύβι για την ανακύκλωση χαρτιού.

Στην εικόνα 54 φαίνεται η πιο απλή μορφή του κάδου (χωρίς το καπάκι και τα ανάγλυφα) ενώ στις επόμενες (55 και 56) έχει τοποθετηθεί το ανάγλυφο στο εξωτερικό κέλυφος στη μία και την άλλη πλευρά έτσι ώστε να παραπέμπει στην ανακύκλωση μπουκαλιών και χαρτιού αντίστοιχα. Οι οπές οδηγούν σε διαφορετικούς κάδους.



*Εικόνα 54: Απλή μορφή προτεινόμενου κάδου με βάση*



*Εικόνα 55: Προτεινόμενος κάδος διπλής ένδειξης και διαχωρισμένου κάδου με βάση (1)*



*Εικόνα 56: Προτεινόμενος κάδος διπλής ένδειξης και διαχωρισμένου κάδου με βάση (2)*

Οι επόμενες τέσσερις εικόνες αντικατοπτρίζουν την τελική δική μας ιδέα για την «οικογένεια» κάδων: ένας κάδος που θα μοιάζει σε σχήμα και χρώμα με μπουκάλι νερού και θα φέρει αντίστοιχο ανάγλυφο για την ανακύκλωση πλαστικών μπουκαλιών (εικόνα 57) και ένας κάδος που θα έχει σχήμα και χρώμα μολυβιού η/και θα φέρει αντίστοιχο ανάγλυφο ή σχέδιο για την ανακύκλωση χαρτιού (εικόνες 58-60).



*Εικόνα 57: Τελικό προτεινόμενο προϊόν για ανακύκλωση πλαστικών μπουκαλιών*





*Εικόνα 58: Τελικό προϊόν για ανακύκλωση χαρτιού (έκδοση 1-χωρίς ανάγλυφο)*



*Εικόνα 59: Τελικό προϊόν για ανακύκλωση χαρτιού με ανάγλυφη σήμανση (1η εκδοχή)*



*Εικόνα 60: Τελικό προϊόν για ανακύκλωση χαρτιού με ανάγλυφη σήμανση (2η εκδοχή)*

Το εξωτερικό κέλυφος, ο εσωτερικός κάδος και το καπάκι φέρουν λαβές για να διευκολύνουν τη συναρμολόγηση, τον χειρισμό και το άδειασμα του κάδου. Επίσης το χρώμα του εξωτερικού κελύφους ή/και του εσωτερικού κάδου μπορεί να αλλάζει ανάλογα με τις προτιμήσεις του σχολείου αν και οι χρωματικοί συνδυασμοί της δικής μας πρότασης παραπέμπουν περισσότερο στα προς ανακύκλωση υλικά.

### 11.3 Τεχνικά Σχέδια και Διαστασιολόγηση

Οι διαστάσεις των επιμέρους μερών έχουν προσαρμοστεί σύμφωνα με τις προδιαγραφές που είχαμε θέσει στις παραγράφους 9.1 και 9.2 έτσι ώστε να εξυπηρετούν τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά παιδιών του δημοτικού χωρίς προβλήματα κινητικότητας όσο και με κινητικά προβλήματα (παιδιά σε καροτσάκι).

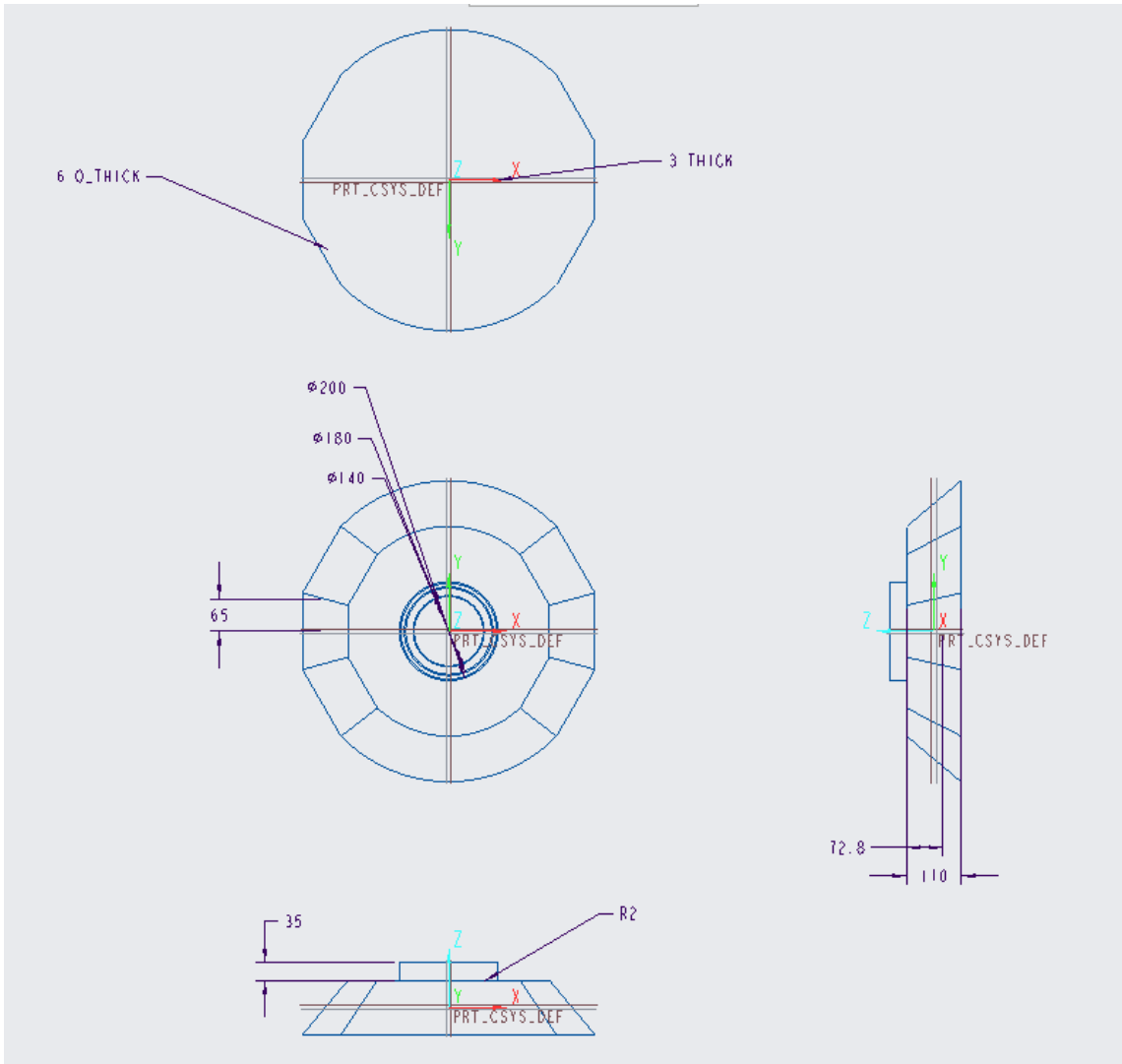
Οι τελικές διαστάσεις του κάδου είναι:

Διάμετρος βάσης: **610 mm**

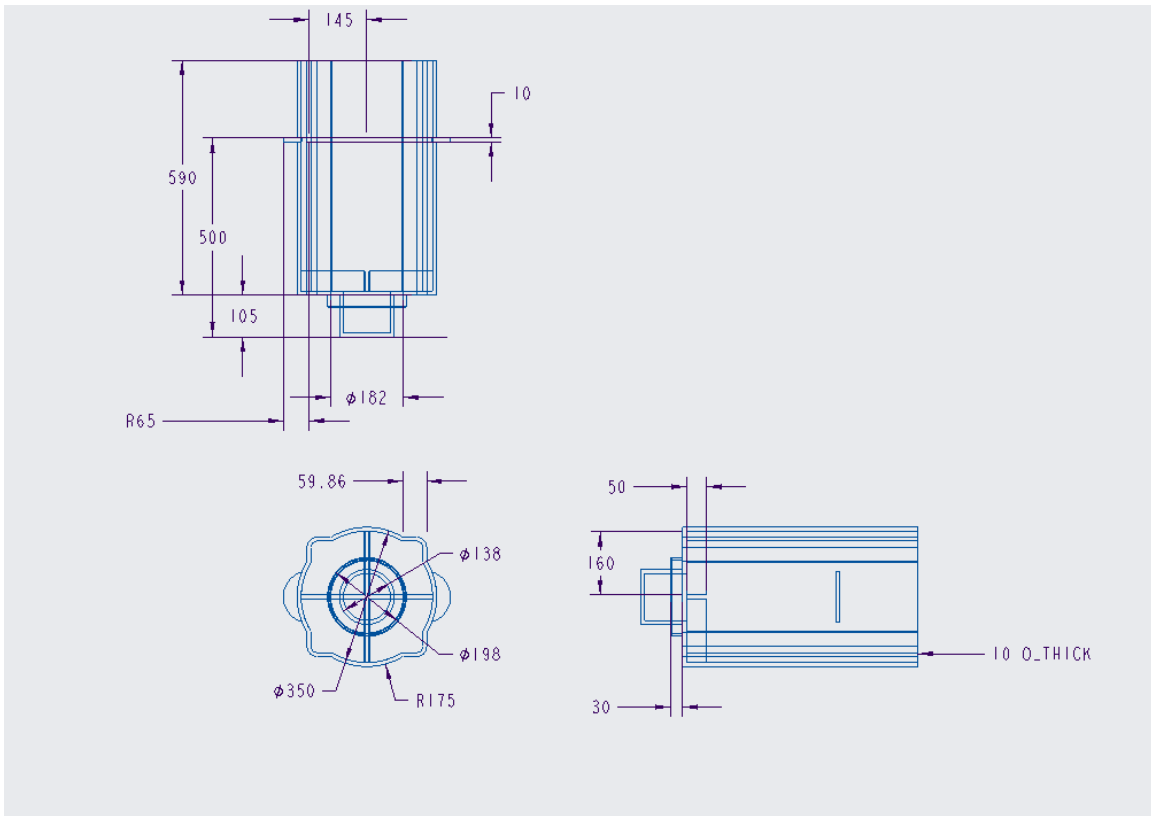
Συνολικό ύψος (μαζί με τη βάση χωρίς το καπάκι): **840 mm**

Ύψος οπής ανακύκλωσης: **690 mm**

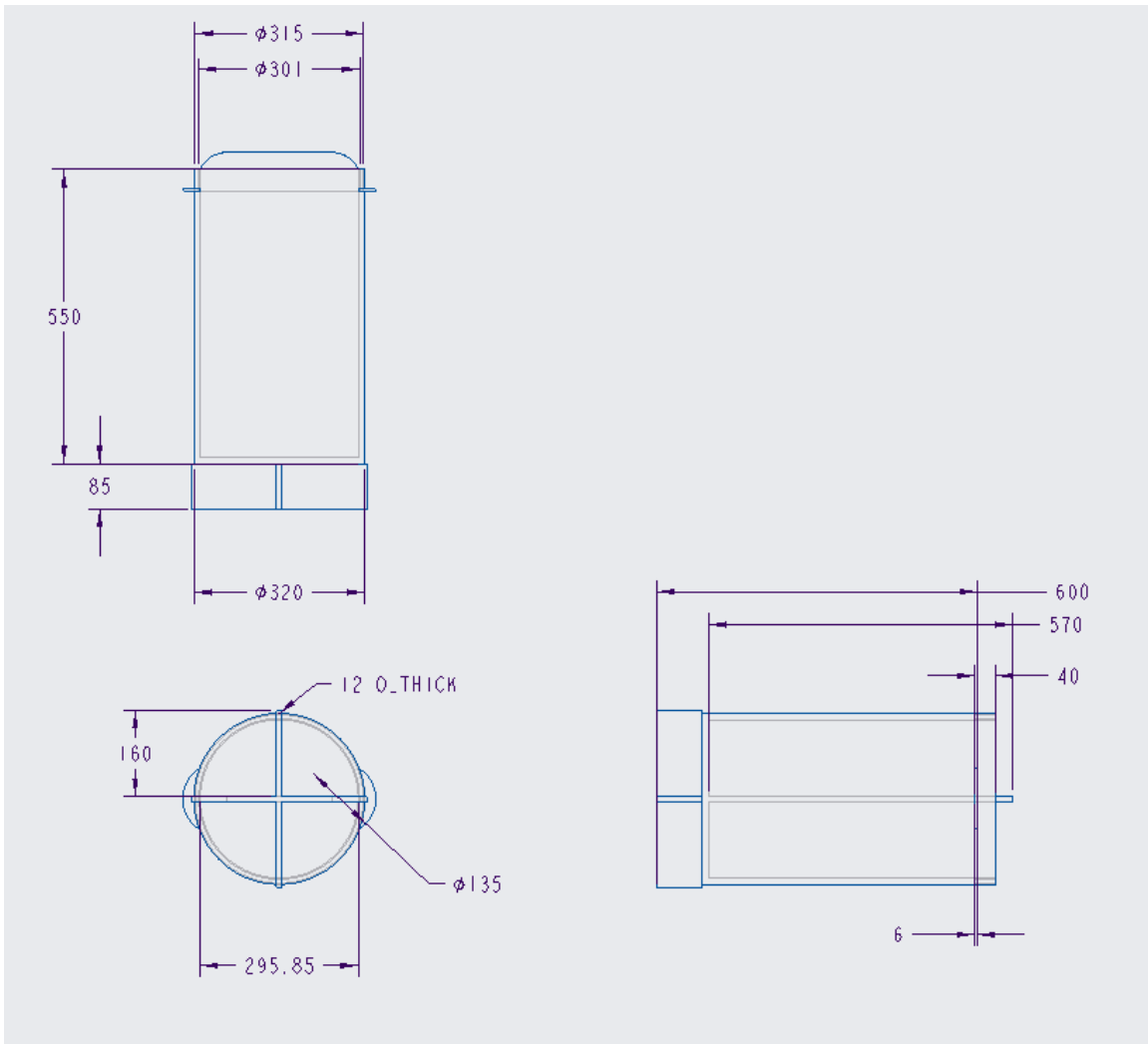
Χωρητικότητα κάδου: **42,9 Liters**



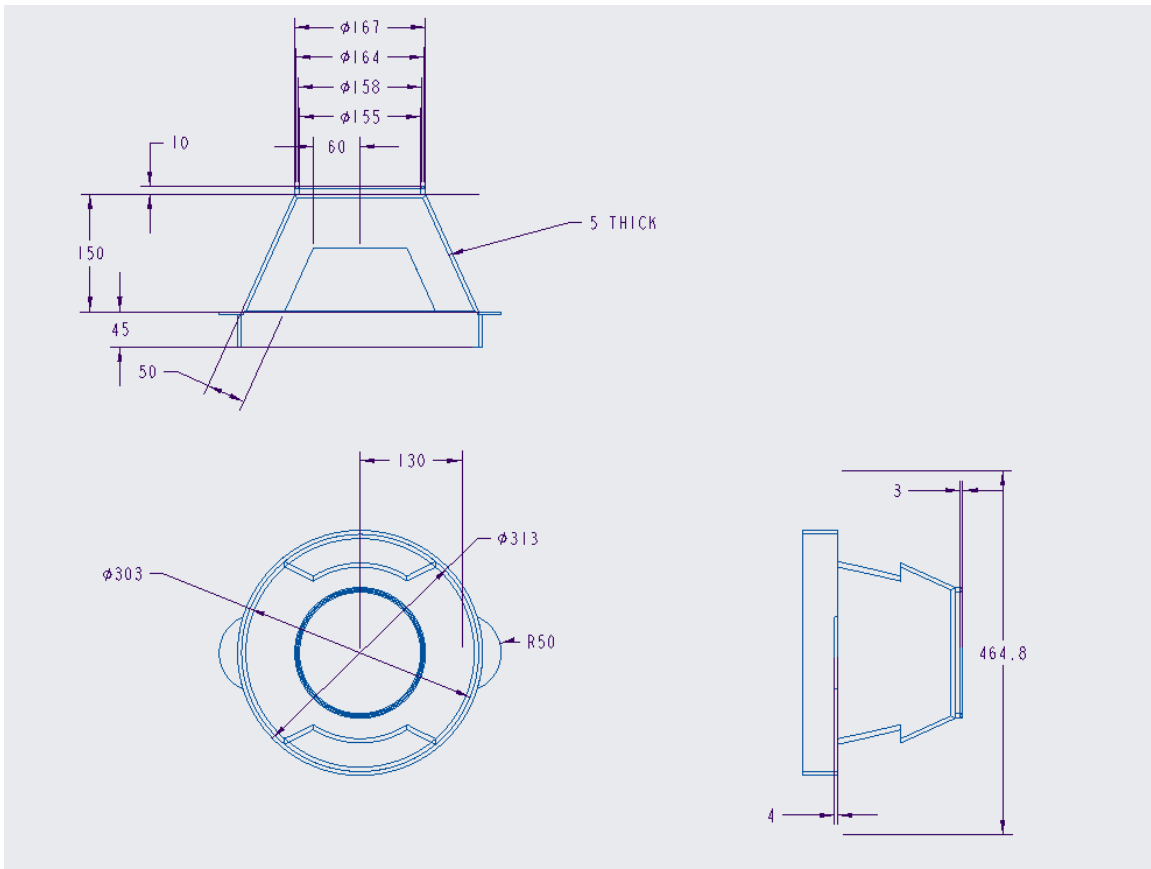
Εικόνα 61: Όψεις της βάσης του κάδου ανακύκλωσης



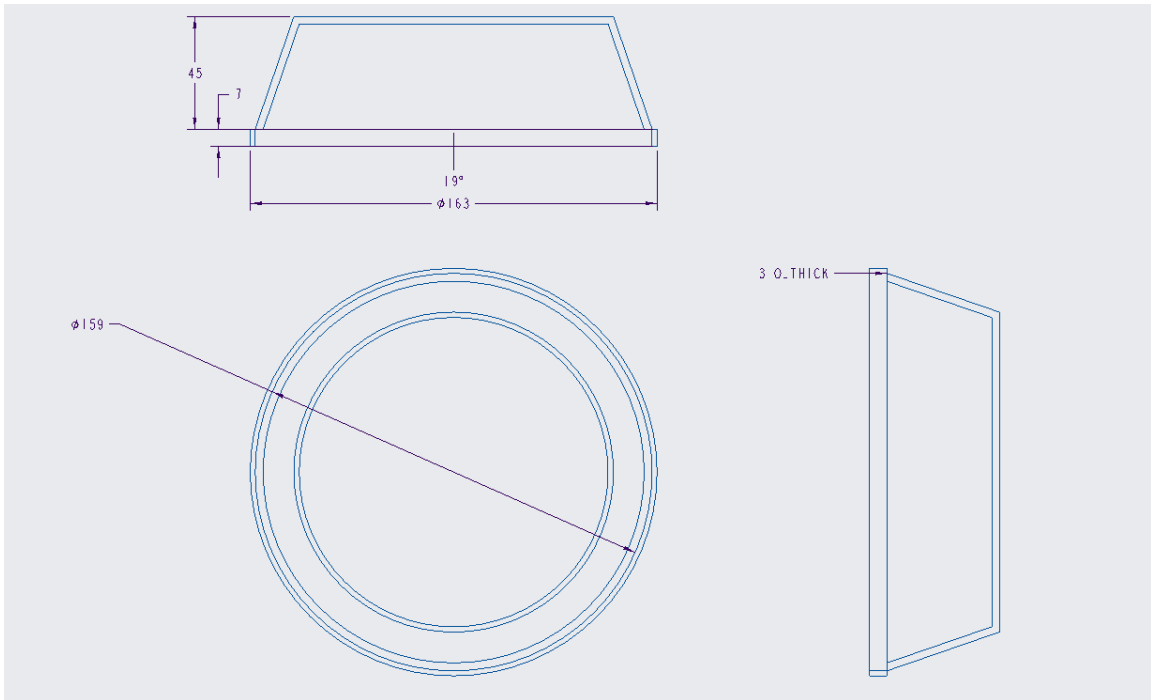
Εικόνα 62: Όψεις του Εξωτερικού κελύφους



Εικόνα 63: Όψεις του Εσωτερικού κελύφους (κυρίως κάδος)

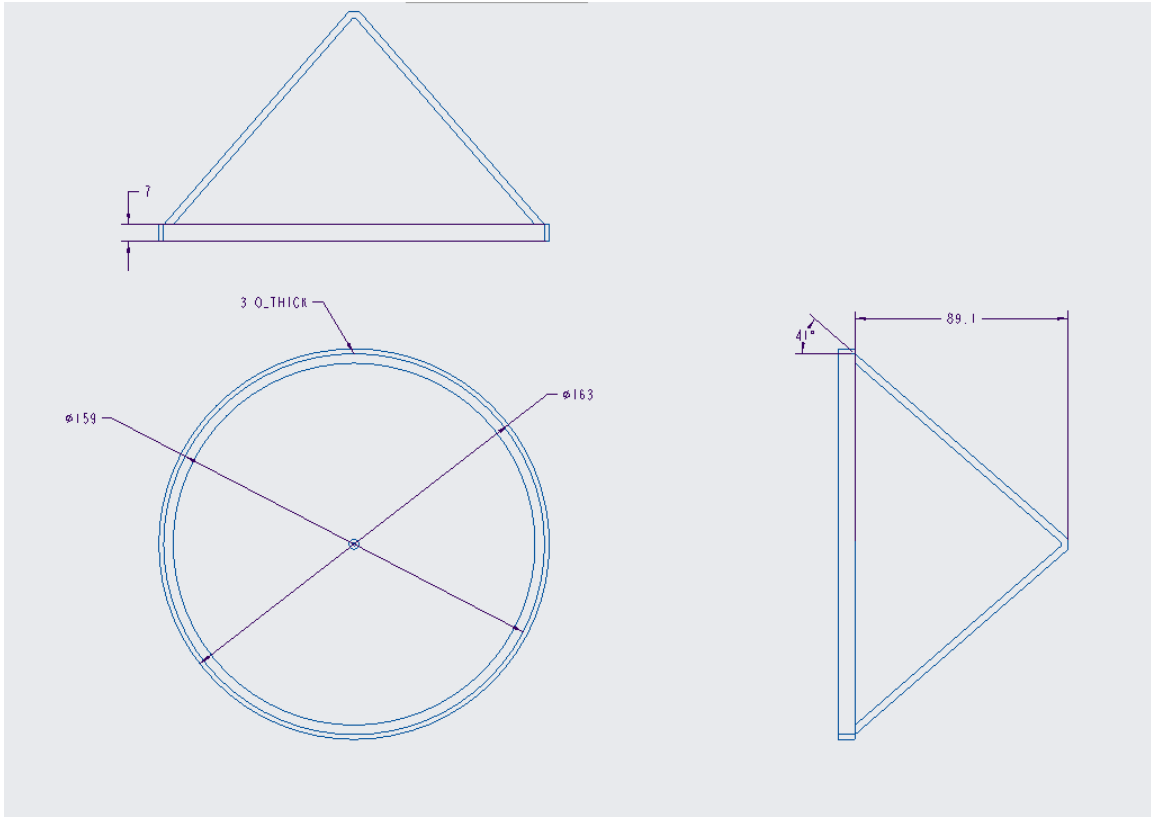


Εικόνα 64: Βάση του καπακιού με σπή



Εικόνα 65: Το τελικό κομμάτι (κεφαλή) για κάδο ανακύκλωσης πλαστικών μπουκαλιών





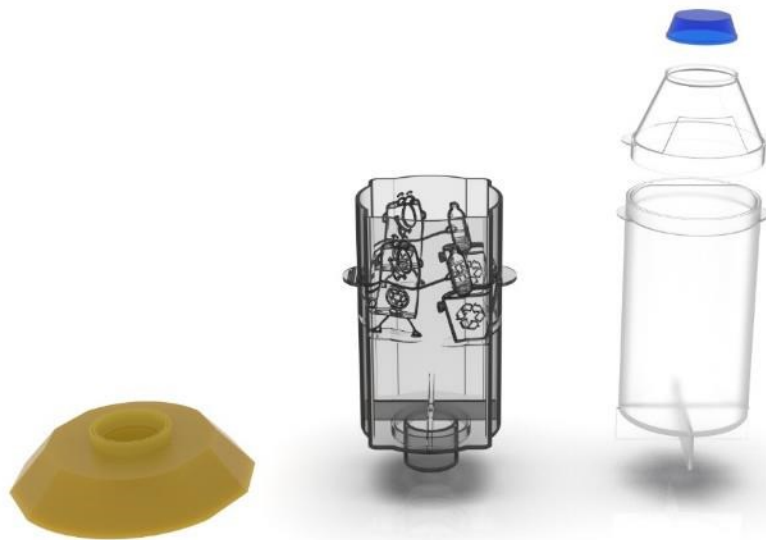
Εικόνα 66: Το τελικό κομμάτι (κεφαλή) για κάδο ανακύκλωσης χαρτιού

## 12. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΕΛΙΚΟΥ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΣΕΝΑΡΙΟ ΧΡΗΣΗΣ

Στο 9<sup>ο</sup> κεφάλαιο θέσαμε τα προβλήματα τα οποία θα πρέπει να απαντά το σχέδιό μας με βάση τα ανθρωπομετρικά και ψυχολογικά χαρακτηριστικά των παιδιών του Δημοτικού σχολείου λαμβάνοντας υπόψη και το περιβάλλον στο οποίο αυτός θα τοποθετηθεί και θα χρησιμοποιηθεί προκειμένου να έχουμε το μέγιστο δυνατό αποτέλεσμα. Έτσι:

- Καθορίσαμε τις διαστάσεις ανάλογα με την ηλικία των παιδιών και συμπεριλάβαμε σε αυτές και τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά παιδιών με κινητικά προβλήματα
- Τηρώντας τους κανόνες υγιεινής και ασφάλειας αποφύγαμε την τοποθέτηση μηχανισμών και χερουλιών στην οπή του κάδου εξασφαλίζοντας την «ανέπαφη» απόρριψη του προς ανακύκλωση αντικειμένου
- Καθορίσαμε ως θέση τοποθέτησης την σχολική τάξη γιατί σύμφωνα και με την βιβλιογραφία η θέση του κάδου παίζει σημαντικό ρόλο στην αποτελεσματική ανακύκλωση αλλά επίσης και για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί μετά από σχολικές δραστηριότητες που «παράγουν» προς ανακύκλωση υλικά όπως π.χ. χειροτεχνία. Ταυτόχρονα η χρήση από τα παιδιά στο περιορισμένο περιβάλλον της τάξης ενισχύει και την ομαδικότητα και παρακινεί τα παιδιά να μιμηθούν το δάσκαλο ή τους συμμαθητές τους (σύμφωνα με την επικοινωνιακή θεωρία)
- Σχεδιάσαμε έτσι το σχήμα ώστε να παραπέμπει σε γνωστές μορφές (μπουκάλι-χαρτί) κάτι που σύμφωνα με την επικοινωνιακή θεωρία αλλά και τις αρχές του Gestalt στις οποίες αναφερθήκαμε διευκολύνουν για την σαφή διάκριση των κάδων ανάλογα με το αντικείμενο ανακύκλωσης.

- Ο κάδος μας μπορεί να συναρμολογηθεί από τους μαθητές και τους δασκάλους, περιστρέφεται, έχει όμορφο σχήμα και χρώματα και παραπέμπει στα προς ανακύκλωση αντικείμενα, Τα προτεινόμενα χρώματά του είναι τέτοια που όπως αναφέρεται και στη βιβλιογραφία παρακινούν σε διαδικασία ανακύκλωσης (Jiang και συν, 2019). Η διαδικασία της συναρμολόγησης και της περιστροφής αλλά και το ιδιαίτερο σχήμα κάνουν τα παιδιά να βλέπουν το αντικείμενο σαν παιχνίδι αλλά ταυτόχρονα νιώθουν ότι συμμετέχουν σε μία σημαντική διαδικασία όπως αυτή της ανακύκλωσης. Στην εικόνα 67 φαίνεται μία exploded view του κάδου ανακύκλωσης χαρτιού με τα επιμέρους μέρη του.



Εικόνα 67: Exploded View του προτεινόμενου κάδου για ανακύκλωση πλαστικών μπουκαλιών

Σε ένα υποτιθέμενο **σενάριο χρήσης** η ιστορία του κάδου μας ξεκινά από την ημέρα της παραγγελίας του κάδου κατά ην οποία όλη η τάξη επιλέγει τον

κάδο και τους συνδυασμούς χρωμάτων που θα παραγγείλει. Όταν γίνει παραλαβή του ο δάσκαλος ή η δασκάλα μαζί με τους μαθητές θα συναρμολογήσει τον κάδο. Ο κάδος θα τοποθετηθεί μέσα στην τάξη και κοντά στην είσοδο για να μην εμποδίζει. Δεδομένων των σχετικά μικρών διαστάσεων μπορούν να τοποθετηθούν και οι δύο κάδοι για μπουκάλια και χαρτιά μέσα στην τάξη ενώ για μικρές τάξεις ο κάδος για τα μπουκάλια



Εικόνα 68: Φωτορεαλιστική απεικόνιση μέσα στο χώρο του σχολείου

μπορεί να τοποθετηθεί έξω από την τάξη. Φυσικά κάποιο σχολείο μπορεί να επιλέξει να τοποθετήσει κάδους π.χ. για μπουκάλια και στο κυλικείο ή στους διαδρόμους (Εικόνα 68-69). Η δασκάλα/δάσκαλος θα πρέπει να υπενθυμίζουν στα παιδιά την σημασία της ανακύκλωσης παροτρύνοντας

τα παιδιά να χρησιμοποιούν τον κάδο. Κατά τη διάρκεια π.χ. του μαθήματος ζωγραφικής ή κατασκευών όλα τα υλικά από χαρτί που προκύπτουν μπορούν να ανακυκλωθούν. Η σημασία του κάδου σαν προσωπική συνεισφορά του κάθε μαθητή και της τάξης μπορεί να επισημανθεί και στο μάθημα της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης συνδυαζόμενο με μία γενικότερη συζήτηση σχετικά με την βιωσιμότητα. Στο τέλος της εβδομάδας με τη βοήθεια των εκπαιδευτικών τα παιδιά χρησιμοποιώντας τις λαβές μπορούν να αδειάζουν τους κάδους στους μεγαλύτερους που υπάρχουν στο χώρο της αυλής του σχολείου.



*Εικόνα 69: Φωτορεαλιστική απεικόνιση κάδου δίπλα σε ενήλικα*

### 13. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Από όλες τις επιστημονικές εργασίες και έρευνες που έχω διαβάσει κατά τη διάρκεια της παρακολούθησης των μαθήματων αλλά και της εκπόνησης αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας, κατέληξα ότι υπάρχει ένα κοινός παρονομαστής: Ανεξάρτητα από το πώς θα σχεδιάσει κάποιος ένα προϊόν του ή πόσο ευέλικτο και συμπεριληπτικό είναι, όλα εξαρτώνται από το πώς μεγαλώνουμε και εκπαιδευόμαστε από νεαρή ηλικία. Είναι αλήθεια ότι με έναν υπέροχο σχεδιασμό, επιτρέπουμε στον χρήστη να βιώσει πιο εύκολα και ευχάριστα το προϊόν μας, να μάθει από αυτό και ακόμη και να βιώσει νέες ιδέες και σκέψεις.

Όμως, όταν ο χρήστης είναι τόσο μικρός σε ηλικία όπως τα παιδιά Δημοτικού στα οποία απευθυνόμαστε, χρειάζεται κάποιον που μπορεί να του εξηγήσει τη σημασία της ανακύκλωσης στην περίπτωσή μας και να του διδάξει γιατί είναι σημαντικό να ανακυκλώνουμε τα υλικά που χρησιμοποιούμε. Ο κόσμος μας βρίσκεται ήδη υπό μεγάλη πίεση από την υπερβολική σπατάλη πόρων.

Ελπίζουμε ότι με τον κάδο ανακύκλωσής μας, θα μπορέσουμε να βοηθήσουμε τα παιδιά να ασχοληθούν περισσότερο με την πράξη της ανακύκλωσης και θα τους επιτρέψουμε να κάνουν αυτόν τον κόσμο ένα καλύτερο μέρος για όλους μας με τις μικρές τους πράξεις.

## 14. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. 99designs.com, 2021. <https://99designs.com/blog/tips/gestalt-principles-psychology-design/>
2. Almatari AY, Iahad NA, Balaid AS . 2013, Factors influencing students' intention to recycle. J. Inf Syst Res. Commun. 5: 1-8
3. Altikolatsi E, Karasmanaki E, Parissi & Tsantopoulos G. 2021. Exploring the factors affecting the recycling behaviour of primary school students, World, 2:334-350
4. Anastas PT & Zimmermann, JB, 2006. The twelve principles of green engineering as a foundation of sustainability. In M. Abraham ed Sustainability Science and Engineering: defining principles. Elsevier B.V. pp11-32.
5. Askhrgreen: <https://askhrgreen.org/wp-content/uploads/2017/06/Recycling-at-School-A-Guide-to-Implementing.pdf>
6. Azar C, Holberg J, Lindgren 1996. Socio-ecological indicators for sustainability. Ecological Economics, 18(1635) pp1-62.
7. Baker E et al, 2004 Vital waste graphics, [https://gridarendal-website-live.s3.amazonaws.com/production/documents/:s\\_document/253/original/wastereport-full.pdf?1488197426](https://gridarendal-website-live.s3.amazonaws.com/production/documents/:s_document/253/original/wastereport-full.pdf?1488197426)
8. Basel Convention, 2012. Vital waste graphics 3 ([https://gridarendal-website-live.s3.amazonaws.com/production/documents/:s\\_document/164/original/VitalWaste3\\_screen.pdf?1484142467](https://gridarendal-website-live.s3.amazonaws.com/production/documents/:s_document/164/original/VitalWaste3_screen.pdf?1484142467))
9. Bournay E et al, 2006 Vital waste graphics 2, [https://issuu.com/zoienvironment/docs/vital\\_waste2\\_en](https://issuu.com/zoienvironment/docs/vital_waste2_en)
10. Carbon, Claus-Christian. (2019). Psychology of Design. Design Science. 5. 10.1017/dsj.2019.25.

11. Caterpillar 2022,  
<https://www.caterpillar.com/en/company/sustainability/sustainability-report.html>
12. Chertow, Marian. (2000). Industrial symbiosis: Literature and taxonomy. *Annual Review of Energy and The Environment - ANNU REV ENERG ENVIRON.* 25. 313-337.
13. Clark A. 2018, <https://wasteadvantagemag.com/recycling-bin-durability-and-reliability/>
14. Cooper R & Foster M, 1971. Socio-technical systems. *American Psychologist* 26(5), pp467-474.
15. Corrado J, 2023. The hexagon an indication of order and design in nature. Institute for creation and research.  
<https://www.icr.org/article/hexagon-indication>
16. Curran T & Williams ID, 2012. A zero waste vision for industrial networks in Europe. *J of hazardous materials*, 207-208, pp3-7.
17. Dahlbo H, Poliakova V, Mylläri V, Sahimaa O, Anderson R. Recycling potential of post-consumer plastic packaging waste in Finland. *Waste Manag.* 2018 Jan;71:52-61
18. Delistavrou, A., Tilikidou, I. and Sarmaniotis, C. 2005. The Role of Motivation in the Consumers' Recycling Behaviour. *Επιθεώρηση Οικονομικών Επιστημών*, τεύχος 8, σ. 245-261. The Role of Motivation in the Consumers' Recycling Behavior
19. Derijcke, Erica & Uitzinger, Jan. 2006. Residential behavior in sustainable houses. In "User behavior and technology development",
20. DINED (<https://dined.io.tudelft.nl/en/database/tool>).
21. Ekberg C, 2009. Waste is what is left behind when imagination fails. *Sustainability: Web Journal from the Swedish research council formas.*



22. EPA, 2017, [epa.gov/sites/default/files/2017-09/banner-tools.jpg](http://epa.gov/sites/default/files/2017-09/banner-tools.jpg)
23. EPA, 2017, [epa.gov/sites/default/files/2017-09/waste-free-lunch.jpg](http://epa.gov/sites/default/files/2017-09/waste-free-lunch.jpg)
24. EPA, 2017, Reduce, Reuse, Recycle Resources for students and educators ([www.epa.gov/recycle](http://www.epa.gov/recycle))
25. European Commission, 2015 Closing the loop-An EU action plan for the circular economy.
26. European Commission, 2016 Secondary raw materials-EC. Growth, Sectors, raw materials, p. Tools and Databases, Minventory.
27. European Parliament News, 2023. Plastic waste and recycling in the EU: facts and figures.
28. Felske HM, 2020, Using visual prompts and a raffle to increase recycling on campus. MSU Graduate Theses, 3469.
29. Ferronato, Navarro, and Vincenzo Torretta. 2019. "Waste Mismanagement in Developing Countries: A Review of Global Issues" *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16, no. 6: 1060.
30. Followgreen, 2023. <https://www.followgreen.gr/mykonos/contest>
31. Fritz, J. N., Dupuis, D. L., Wu, W., Neal, A. E., Rettig, L. A., & Lastrapes, R. E. (2017). Evaluating increased effort for item disposal to improve recycling at a university. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 50(4), 825-829.
32. Gaines SE, 2002. International Trade, Environmental Protection and development as a sustainable development triangle. *Review of European Community & International Environmental Law*, 11(3), pp259-274.
33. Garner A & Keoleian G, 1995. Industrial ecology-An introduction. National Pollution Prevention Center for Higher Education.
34. Green Agenda, 2017. <https://greenagenda.gr/πάνω-από-22-τόνοι-χαρτιού-συλλέχθηκαν-σε/>

35. Greyson J., 2009. Systemic economic instruments for energy, climate and global security. In F. barber & S. Ulgiati eds Sustainable energy production and consumption. The Netherlands. Springer pp139-158.
36. Haas W et al, How circular is the global economy? An assessment of material flows, waste production and recycling in the European Union and the world in 2005, *J of Industrial ecology*, 19(5): pp 765-777
37. Hagggar S, 2010 Sustainable industrial design and waste management: cradle to cradle for sustainable development, Elsevier Ltd
38. Hoorweg D & Bhada-Tata P., 2012. What a waste: a global review of solid waste management Urban Deve, Washington DC, World Bank, 2012.
39. Hoorweg D & Bhada-Tata P, 2012. What a waste: a global review of solid waste management, Urban Deve, Washington DC: World bank
40. Hopewell, Jefferson & Dvorak, Robert & Kosior, Edward. (2009). Plastics Recycling: Challenges and Opportunities. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*. 364. 2115-26
41. <http://users.uoi.gr/nbarkoul/>
42. <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2022>
43. Jacobsen NB, 2006 Industrial symbiosis in Kalundborg. Denmark. *J of industria; Ecology*, 10(1) pp239-55.
44. Jiang Q, Izumi T, Yoshida H, Dilixiati D, Leeabai N, Suzuki S, Takahashi F. The effect of recycling bin design on PET bottle collection performance. *Waste Manag.* 2019 Jul 15;95:32-42
45. Jiang Q, Izumi T, Yoshida H, Dilixiati D, Leeabai N, Suzuki S, Takahashi F. The effect of recycling bin design on PET bottle collection performance. *Waste Manag.* 2019 Jul 15;95:32-42

46. Juul N et al., 2013. Challenges when performing economic optimization of waste treatment: a review. *Waste management (NY)* 33(9) pp1918-25.
47. Kalaitzoglou N (2018) Secondary School students' opinions, attitudes and knowledges towards recycling and energy saving in prefecture of Evros, Διπλωματική, ΔΠΘ
48. Khadke, S.; Gupta, P.; Rachakunta, S.; Mahata, C.; Dawn, S.; Sharma, M.; Verma, D.; Pradhan, A.; Krishna, A.M.S.; Ramakrishna, S.; Chakraborty, S.; Saianand, G.; Sonar, P.; Biring, S.; Dash, J.K.; Dalapati, G.K. Efficient Plastic Recycling and Remolding Circular Economy Using the Technology of Trust–Blockchain. *Sustainability* 2021, 13, 9142. <https://doi.org/10.3390/su13169142>
49. Kostakis, Ioannis & Theodoropoulou, Eleni & Mitoula, Roido. (2015). Which are the Determinants of Recycling? A Case Study in Greece.. *Journal of Sciences*. 13. 29-40.
50. Lebreton, L., Andrady, A. Future scenarios of global plastic waste generation and disposal. *Palgrave Commun* 5, 6 (2019)
51. Lei, N., Faust, O., Rosen, D. W. & Sherkat, N. 2018 Uncovering design topics by visualizing and interpreting keyword data. Paper presented at the International Design Conference DESIGN.
52. Ludwig C, Hellweg S & Stucki S, 2003. Municipal solid waste management: strategies and technologies for sustainable solutions. U. of Michigan, Springer.
53. Ludwig TD, Gray TW, Rowell A 1998. Increasing recycling in academic buildings: A systematic replication. *J Appl. Behav. Anal.* 31: 683-686.
54. Matthews and Hammond A, 1999. Critical consumption trends and implications: degrading earth's ecosystems, Washington DC

55. McArthur E. Foundation, 2013. Economic and business rationale for an accelerated transition, Green Policy platform.
56. McCarty JA, Shrum LJ 1994. The recycling of solid wastes. Personal values, value orientations and attitudes about recycling as antecedents of recycling behaviour. *J. Bus. Es.* 30: 53-62)
57. McDonough W & Braungart M, 2002 Action research: principles and practice, Taylor and Francis e-library.
58. McDonough W & Braungart M, 2002. Cradle to cradle: remarking the way we make things. Farrar, Straus & Giroux.
59. Mehta R & Zhu R, 2009, Blue of red? Exploring the effect of color on cognitive task performances, Science express report
60. Melosi MV, 2004. Garbage in the cities: refuse reform and the environment, Univ of Pittsburgh press.
61. Mifrah A., Lukman R & Noreen Izza A. (2014). A review of educational games design frameworks: An analysis from software engineering. 1-6.
62. Miller, N., Meindl, J., & Caradine, M. (2016). The effects of bin proximity and visual prompts on recycling in a university building. *Behavior and Social Issues*, 25, 4-10.  
<http://dx.doi:10.5210/bsi.v25i0.6141>
63. Montazieri S et al, 2012. COLOR, COGNITION, AND RECYCLING: HOW THE DESIGN OF EVERYDAY OBJECTS PROMPT BEHAVIOR CHANGE, International design conference, Croatia
64. Norman, D. A. 2013 The Design of Everyday Things, Revised and Expanded edn. BasicBooks.
65. Patala S et al, Towards a broader perspective on the forms of eco-industrial networks. *J of Cleaner production*, 82: pp166-78.

66. Pirosko, Stephen; Small, Keith; Orozco, Sergio; and Bannavong, Brandon, "Smart Recycling Bin" (2021). Williams Honors College, Honors Research Projects. 1368.
67. Rajkumar Joshi & Sirajuddin Ahmed | Carla Aparecida Ng (Reviewing Editor) (2016) Status and challenges of municipal solid waste management in India: A review, Cogent Environmental Science, 2:1
68. Recyclingbins.co.uk, 2022:  
<https://www.recyclingbins.co.uk/blog/make-your-school-more-recycling-friendly/>Hopewell J, Dvorak R, Kosior E. Plastics recycling: challenges and opportunities. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. 2009 Jul 27;364(1526):2115-26.
69. Ricoh Group, 2022  
[https://www.ricoh.com/sustainability/environment/circular\\_economy](https://www.ricoh.com/sustainability/environment/circular_economy)
70. Rotmans J. & Loorbach D, 2009. Complexity and transition management. J of Industrial Ecology, 13(2) pp184-196.
71. Scheinberg A, van de Klundert A & Anschultz J, 2001, Integrated Sustainable waste management-the Concept (<https://www.ircwash.org/sites/default/files/Klundert-2001-Integrated.pdf>)
72. Sobri NA, Rahman HA (2016) Knowledge, attitude and practices on recycling activity among primary school students in Hululangat, Selangor, Malaysia. Indian J. Environ. Prot. 36: 792-800,
73. Strasser S, 2000. Waste and want: A social history of trash, Henry Holt & co.
74. Tchobanoglous G, Theisen H & Vigil S, 1993. Integrated solid waste management: engineering principles and management issues, McGraw-Hill.

75. Terracycle 2022, <https://www.terracycle.com/en-GB/terracycle-difference>
76. Tilikidou I & Delistavrou A, 2001. Utilization of selected demographics and psychographics in recycling behaviour understanding. A focus on materialism. *Greener Management Intl.* 34: 75-93.
77. UKEssays. (November 2018). Jean Piaget and Lev Vygotsky's Theories on Cognitive Development. Retrieved from <https://www.ukessays.com/essays/education/jean-piaget-and-lev-vygotskys-theories-on-cognitive-education-essay.php?vref=1>
78. UN Habitat, 2010. <https://unhabitat.org/sites/default/files/download-manager-files/Annual%20Report%202010.pdf>
79. UNEP & ISWA, 2015. Global Waste management Outlook
80. UNEP 1989, Basel convention on the control of transboundary movements of hazardous wastes. (<https://www.unep.org/resources/report/basel-convention-control-transboundary-movements-hazardous-wastes>)
81. Weinberg AS, Pellow DN & Schnainbeg A, 2000. The rise of recycling: Why waste a resource? In *Urban recycling and the search for sustainable community development*. Princeton University press, pp9-12.
82. WHO, 2014. [www.whogrowthcharts.ca](http://www.whogrowthcharts.ca)
83. [Wrap.org.uk](http://Wrap.org.uk)
84. WWF, *The Living planet report 2022: species and spaces, people and places*, 2014
85. Ελληνική Εταιρεία Αξιοποίησης Ανακύκλωσης (ΕΕΑΑ), (<https://www.herrco.gr/etaireia/company-results/>)
86. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΡΧΗ, 2022. Δελτίο Τύπου Στατιστικών στερεών αποβλήτων 2020.

87. ΚΑΤΑΝΟΩΝΤΑΣ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΠΑΙΔΙΩΝ, Peter Smith, Helen Cowie, Mark Blades, Εκδόσεις Τζιόλα, 2018
88. ΥΠΕΘ, Εγκύκλιος ΑΠ 41368/10.3.2017, Το χαρτί του μέλλοντός μας.
89. ΥΠΕΘ, Εγκύκλιος Φ13/14368/Δ7/3.3.2020,  
[https://drive.google.com/file/d/1D\\_XjV-4k9f\\_VPxx1B4HkRuf-JkEpfJ6Y/view](https://drive.google.com/file/d/1D_XjV-4k9f_VPxx1B4HkRuf-JkEpfJ6Y/view)
90. ΥΠΕΝ, 2022, <https://drive.google.com/file/d/1ejnsM5hdWpz37FfXW-pvkaDC0Pujm0za/view>