

Εργασία στο μάθημα Σύγχρονα Κοινωνικοεπιστημονικά Θέματα & Δημόσια Κατανόηση των Επιστημών & της Τεχνολογίας: Μελέτες Περίπτωσης.

Θέμα: Διαχείριση απορριμμάτων και ρύπανση.

Διδακτικές προτάσεις

Τίτλος: Η Παράδοση Σχέση της Ανακύκλωσης με τα Μικροπλαστικά.

Συγγραφείς	Ντεριλή Μαρία
Περίληψη	Η διαχείριση των απορριμμάτων είναι ένα κρίσιμο θέμα που επηρεάζει τόσο την υγεία των οργανισμών, όσο και το περιβάλλον στο οποίο αυτοί βρίσκονται. Μια από τις στρατηγικές με τις οποίες γίνεται η διαχείριση των απορριμμάτων είναι η ανακύκλωση. Συνήθως ανακυκλώνονται κυρίως υλικά όπως το αλουμίνιο, το γυαλί, το χαρτί και το πλαστικό. Ταυτόχρονα έχει καταγραφεί η συνεχής και αυξανόμενη χρήση πλαστικών αντικειμένων σε παγκόσμια κλίμακα. Η ρύπανση από μικροσκοπικά κομμάτια πλαστικού που ονομάζονται μικροπλαστικά αποτελεί μια από τις μεγαλύτερες πηγές ρύπανσης με σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον και τους οργανισμούς. Η συγκεκριμένη διδακτική πρόταση επιδιώκει να προσεγγίσει την σχέση που υπάρχει ανάμεσα στην ανακύκλωση, ως τρόπο διαχείρισης των απορριμμάτων, και την ρύπανση από μικροπλαστικά. Κατά την ανακύκλωση πλαστικών αντικειμένων προκύπτουν μικροπλαστικά τα οποία διαρρέουν στο περιβάλλον με συνέπειες στο οικοσύστημα της γης. Αφορά μαθητές από 12 έως 18 ετών (Γυμνάσιο και Λύκειο). (Για την υλοποίηση σε μικρότερης ηλικίας μαθητές θα πρέπει να γίνει προσαρμογή του υλικού που δίνεται ως υλικό μελέτης.) Σκοπός της διδακτικής αυτής προσέγγισης είναι τόσο η ευαισθητοποίηση των μαθητών σε σχέση με την ρύπανση από μικροπλαστικά όσο και η σύνδεση μεταξύ ανακύκλωσης και ρύπανσης από μικροπλαστικά. Ταυτόχρονα επιδιώκεται η καλλιέργεια της αντίληψης πως η διαχείριση των απορριμμάτων είναι ένα σύνθετο και πολύπλοκο θέμα που απαιτεί πολύπλευρη αντιμετώπιση. Στόχος είναι να καλλιεργηθεί η ο διάλογος μεταξύ των μαθητών και η κριτική σκέψη κα να καλλιεργηθεί η περιβαλλοντική συνείδηση μέσα από την μελέτη και την πρακτική εφαρμογή με την βοήθεια των δραστηριοτήτων.
Λέξεις κλειδιά	διαχείριση απορριμμάτων, ανακύκλωση, επαναχρησιμοποίηση, ρύπανση, μικροπλαστικά, πολυμερή, σωστή διαχείριση απορριμμάτων
Τι γνωρίζουμε για το συγκεκριμένο ΚΕΖ (ουσιαστικά είναι το υλικό για το δάσκαλο)	Η διαχείριση των απορριμμάτων είναι ένα κρίσιμο θέμα που επηρεάζει τόσο την υγεία των οργανισμών, όσο και το περιβάλλον στο οποίο αυτοί βρίσκονται. Η μη ορθή διαχείριση των απορριμμάτων μπορεί να οδηγήσει σε ρύπανση του νερού, του αέρα και του εδάφους, με σοβαρές συνέπειες για την υγεία των ανθρώπων και την ποιότητα ζωής. Συγκεκριμένα η ρύπανση από μικροπλαστικά, αποτελεί ένα επιστημονικό θέμα που αφορά τις επιστήμες της οικολογίας, της χημείας και της βιολογίας αλλά και τομείς, όπως την δημόσια υγεία. Τα μικροπλαστικά, που είναι πλαστικά σωματίδια μεγέθους μικρότερου από 5 mm, έχουν γίνει μια σημαντική απειλή για τα υδάτινα και χερσαία οικοσυστήματα, τους οργανισμούς που διαμένουν σε αυτά και επίσης την

ανθρώπινη υγεία. Είναι απαραίτητη η κατανόηση της προέλευσης, της μετακίνησης, των επιπτώσεων και των πιθανών λύσεων για τη μείωση της ρύπανσης από μικροπλαστικά.

Τα μικροπλαστικά μπορούν να χωριστούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τα πρωτογενή μικροπλαστικά και τα δευτερογενή μικροπλαστικά. Πρωτογενή μικροπλαστικά ονομάζονται τα μικροσκοπικά πλαστικά σωματίδια που παράγονται άμεσα για συγκεκριμένες χρήσεις, όπως στα καλλυντικά (π.χ. απολεπιστικά) ή στη βιομηχανία. Δευτερογενή μικροπλαστικά είναι αυτά που σχηματίζονται από τη διάσπαση μεγαλύτερων πλαστικών αντικειμένων, όπως πλαστικά σακιά, μπουκάλια ή δίχτυα αλιείας, λόγω φυσικών διεργασιών (UV ακτινοβολία, μηχανική φθορά κ.λπ.).

Τα μικροπλαστικά μεταφέρονται μέσω των υδάτινων οδών όπως τα ποτάμια και οι θάλασσες και του αέρα, φτάνοντας σε απομακρυσμένες περιοχές, έχοντας σήμερα παγκόσμια διασπορά. Στα υδάτινα οικοσυστήματα, είτε γλυκών είτε θαλάσσιων υδάτων, τα μικροπλαστικά μπορούν να προσληφθούν από τους οργανισμούς που ζουν σε αυτά, προκαλώντας φυσικές βλάβες, δηλητηρίαση ή μεταφορά τοξικών χημικών ουσιών που προσροφώνται στα πλαστικά. Ταυτόχρονα στα χερσαία οικοσυστήματα η συσσώρευση μικροπλαστικών στο έδαφος μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα του εδάφους και την υγεία των φυτών, επηρεάζοντας κατά συνέπεια την υγεία των ζώων που τρέφονται με φυτά.

Σε σχέση με την ανθρώπινη υγεία, τα μικροπλαστικά έχουν εντοπιστεί σε κάποια τρόφιμα, στο νερό αλλά και στον ανθρώπινο οργανισμό. Οι μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στην υγεία δεν έχουν ακόμη πλήρως μελετηθεί, αλλά υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα που υποδεικνύουν τοξικές επιπτώσεις.

Η ανακύκλωση είναι ένας από τους τρόπους με τους οποίους γίνεται η διαχείριση των απορριμμάτων παγκοσμίως. Ιδιαίτερα για την διαχείριση των πλαστικών αποβλήτων η ανακύκλωση είναι μια κρίσιμη διαδικασία. Ωστόσο, η σχέση μεταξύ ανακύκλωσης και μικροπλαστικών είναι πολύπλοκη. Η αποτελεσματική ανακύκλωση μπορεί να μειώσει την ποσότητα των πλαστικών που εισέρχονται στο περιβάλλον, μειώνοντας έτσι τη δημιουργία δευτερογενών μικροπλαστικών. Ωστόσο η ανεπαρκής διαχείριση των ανακυκλωμένων πλαστικών ή η μη σωστή διαλογή και επεξεργασία τους μπορεί να οδηγήσει σε διαρροή μικροπλαστικών στο περιβάλλον κατά τη διαδικασία της ανακύκλωσης.

Γίνονται μελέτες για την καταγραφή της κατανομής, της συμπεριφοράς και τις επιπτώσεις των μικροπλαστικών στο περιβάλλον και την υγεία των οργανισμών και προσπάθεια ανάπτυξης νέων τεχνολογιών ανακύκλωσης που θα μπορούσαν να βοηθήσουν στη μείωση της παραγωγής και διασποράς των μικροπλαστικών. Παράλληλα ενισχύεται ενθάρρυνση για τη μείωση της χρήσης πλαστικών.

Η επιστημονική έρευνα και η καινοτομία παίζουν καθοριστικό ρόλο στην αντιμετώπιση της ρύπανσης από πλαστικό, εστιάζοντας σε βιοδιασπώσιμα υλικά, τεχνολογίες ανακύκλωσης, μεθόδους καθαρισμού και κυκλική οικονομία. Υλικά όπως τα PLA και PHA παράγονται από φυτά (καλαμπόκι,

ζαχαροκάλαμο) και είναι πιο φιλικά προς το περιβάλλον. Επίσης μύκητες και φύκια μπορούν να δημιουργήσουν βιοδιασπώσιμα υποκατάστατα πλαστικού. Παράλληλα αναπτύσσονται νανοϋλικά που επιταχύνουν τη βιοδιάσπαση των πλαστικών αλλά και νέες τεχνολογίες ανακύκλωσης όπως η χημική ανακύκλωση που περιλαμβάνει τη μετατροπή πλαστικών αποβλήτων σε πρώτες ύλες (π.χ. καύσιμα, νέα πλαστικά). Νέα δεδομένα εμφανίζονται συνεχώς όπως ένζυμα που μπορούν να διασπούν το πλαστικό PET σε κάποιες ώρες. Επίσης έχουν βρεθεί βακτήρια και μύκητες (π.χ. *Ideonella sakaiensis*) που αποικοδομούν κάποιους τύπους πλαστικού.

Η ρύπανση από μικροπλαστικά είναι μια σοβαρή και σύνθετη περιβαλλοντική πρόκληση που απαιτεί συντονισμένες προσπάθειες από την επιστημονική κοινότητα, τις κυβερνήσεις, τις βιομηχανίες και το ευρύ κοινό.

Τα ζητήματα της διαχείρισης των απορριμμάτων και της ρύπανσης από πλαστικό αποτελούν ένα κοινωνικοεπιστημονικό ζήτημα καθώς δεν αφορούν μόνο την επιστήμη και την τεχνολογία, αλλά και τις κοινωνικές πρακτικές, τις πολιτικές αποφάσεις και τις αξίες των ανθρώπων.

Από την μία πλευρά η ανακύκλωση και η επαναχρησιμοποίηση μειώνουν την ποσότητα των απορριμμάτων που καταλήγουν στις χωματερές ή στη φύση, προστατεύοντας τα οικοσυστήματα και τη βιοποικιλότητα, αλλά ταυτόχρονα η μη ορθή διαχείριση των απορριμμάτων μπορεί να οδηγήσει σε ρύπανση του νερού, του αέρα και του εδάφους, με σοβαρές συνέπειες για την υγεία των ανθρώπων και την ποιότητα ζωής.

Η διαχείριση των απορριμμάτων και η επαναχρησιμοποίηση έχουν οικονομικό κόστος, αλλά και οικονομικά οφέλη. Η ανακύκλωση, ειδικότερα, μπορεί να δημιουργήσει νέες θέσεις εργασίας και να μειώσει το κόστος παραγωγής νέων υλικών. Ταυτόχρονα η οικονομία των σκουπιδιών (waste economy) γίνεται όλο και πιο σημαντική, καθώς πολλές χώρες αναγνωρίζουν ότι τα απόβλητα μπορούν να μετατραπούν σε πόρους.

Την καλύτερη λύση στην ρύπανση από μικροπλαστικά αποτελεί μείωση της χρήσης του πλαστικού. Η διαχείριση των απορριμμάτων απαιτεί αλλαγές στις συμπεριφορές των πολιτών, όπως η ταξινόμηση των σκουπιδιών, η μείωση της κατανάλωσης και η προτίμηση επαναχρησιμοποιήσιμων προϊόντων. Η εκπαίδευση και η ευαισθητοποίηση των πολιτών είναι κρίσιμες για την επιτυχία των προγραμμάτων ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης.

Η διαχείριση των απορριμμάτων απαιτεί πολιτικές παρεμβάσεις και νομοθετικές ρυθμίσεις, όπως η επιβολή φόρων στα πλαστικά, η δημιουργία υποδομών ανακύκλωσης και η υποστήριξη της κυκλικής οικονομίας.

Εγείρονται επίσης ηθικά ερωτήματα, όπως η ευθύνη των παραγωγών και των καταναλωτών για τα απόβλητα που δημιουργούν. Η δικαιοσύνη στις αποφάσεις είναι σημαντική, καθώς οι φτωχότερες κοινωνικές ομάδες και οι αναπτυσσόμενες χώρες συχνά πληρώνουν το μεγαλύτερο τίμημα από τη μη ορθή διαχείριση των απορριμμάτων. Συχνά γίνονται "χωματερές" απορριμμάτων από τις πλούσιες χώρες, γεγονός που δημιουργεί περιβαλλοντικές και

κοινωνικές ανισότητες. Η πρόσβαση σε καθαρό περιβάλλον και σε υπηρεσίες διαχείρισης απορριμάτων είναι ζήτημα κοινωνικής δικαιοσύνης.

Η επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωση απαιτούν κοινωνική αλλαγή και καινοτομία, όπως η υιοθέτηση νέων τεχνολογιών και η δημιουργία νέων επιχειρηματικών μοντέλων (π.χ. κυκλική οικονομία). Η συνεργασία μεταξύ κρατών, επιχειρήσεων και πολιτών είναι απαραίτητη για την επίλυση του προβλήματος. Η διαχείριση των απορριμάτων είναι ένα παγκόσμιο ζήτημα, καθώς τα απόβλητα μιας χώρας μπορούν να επηρεάσουν άλλες χώρες (π.χ. πλαστικά στον ωκεανό). Η συνεργασία μεταξύ χωρών και η δημιουργία παγκόσμιων πολιτικών είναι απαραίτητες για την αντιμετώπιση του προβλήματος.

Το θέμα της ρύπανσης από μικροπλαστικά προκαλεί διαφωνίες σε σχέση με τα παρακάτω:

- **Τις κύριες αιτίες και υπευθύνους** της ρύπανσης (π.χ. παραγωγοί πλαστικών, καταναλωτές, κυβερνήσεις).
- **Τις βέλτιστες λύσεις** για τη μείωση του προβλήματος (ανακύκλωση, απαγορεύσεις, τεχνολογικές καινοτομίες).
- **Το κατά πόσο κάποια μέτρα είναι εφικτά** ή επιφέρουν αρνητικές οικονομικές συνέπειες.

Άρα, ενώ η ύπαρξη του προβλήματος είναι αδιαμφισβήτητη, οι τρόποι αντιμετώπισής του και οι ευθύνες που πρέπει να αναληφθούν αποτελούν σημεία συζήτησης και διαφωνίας.

1. Η ανακύκλωση ως μέσο μείωσης των μικροπλαστικών

- **Μείωση της παραγωγής νέων πλαστικών:** Ανακυκλώνοντας τα πλαστικά, μειώνεται η ανάγκη για παραγωγή νέου παρθένου πλαστικού, το οποίο με τη σειρά του μειώνει τη συνολική ποσότητα πλαστικών αποβλήτων στο περιβάλλον.
- **Πρόληψη απόρριψης πλαστικών στο περιβάλλον:** Εάν τα πλαστικά απορρίμματα καταλήγουν σωστά στην ανακύκλωση αντί για χωματερές ή τη φύση, αποφεύγεται η διάσπασή τους σε μικροπλαστικά μέσω της έκθεσης σε ήλιο, νερό και μηχανικές τριβές.
- **Διαχείριση πλαστικών απορριμμάτων μέσω κλειστού κύκλου:** Ορισμένα πλαστικά μπορούν να ανακυκλωθούν πολλές φορές χωρίς να καταλήγουν άμεσα στο περιβάλλον.

2. Η ανακύκλωση ως πηγή μικροπλαστικών

Παρά τα οφέλη, η ίδια η διαδικασία της ανακύκλωσης μπορεί να είναι πηγή μικροπλαστικών:

- **Φθορά των πλαστικών κατά τη διαδικασία:** Κατά την ανακύκλωση, τα πλαστικά θρυμματίζονται, λιώνουν και υφίστανται μηχανική επεξεργασία, κάτι που μπορεί να δημιουργήσει μικροπλαστικά από θραύσματα που διαφεύγουν στο περιβάλλον.
- **Απόβλητα των εργοστασίων ανακύκλωσης:** Σε μονάδες ανακύκλωσης, μικροσκοπικά πλαστικά σωματίδια μπορούν να απελευθερωθούν στον αέρα ή στα απόβλητα νερού αν δεν υπάρχουν αποτελεσματικά φίλτρα.
- **Χαμηλή ποιότητα ανακυκλωμένου πλαστικού:** Πολλές φορές, το ανακυκλωμένο πλαστικό έχει χαμηλότερη αντοχή και φθείρεται πιο γρήγορα, παράγοντας περισσότερα μικροπλαστικά κατά τη χρήση του.

3. Ανακύκλωση και ποιότητα πλαστικών

- Τα **χαμηλής ποιότητας πλαστικά** δεν ανακυκλώνονται εύκολα και μπορεί να διασπαστούν σε μικροπλαστικά πιο γρήγορα.
- Οι **βιοδιασπώμενες και κομποστοποιήσιμες εναλλακτικές** δεν είναι πάντα καλύτερες, καθώς κάποιες διασπώνται μερικώς, αφήνοντας πίσω μικροπλαστικά.

4. Πώς να μειωθεί η σύνδεση ανακύκλωσης-μικροπλαστικών

Για να ελαχιστοποιηθεί η παραγωγή μικροπλαστικών μέσω της ανακύκλωσης, προτείνονται:

- **Βελτίωση της τεχνολογίας ανακύκλωσης:** Πιο αποδοτικά φίλτρα και συστήματα διαχείρισης αποβλήτων στις μονάδες ανακύκλωσης.
- **Επαναχρησιμοποίηση αντί ανακύκλωσης:** Προτίμηση επαναχρησιμοποιούμενων προϊόντων αντί ανακύκλωσης μιας χρήσης.
- **Μείωση χρήσης πλαστικού από την αρχή:** Στροφή σε εναλλακτικά υλικά και βιώσιμες επιλογές.

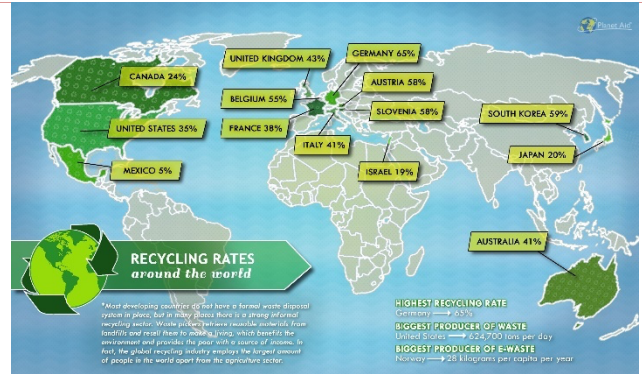
Σύνοψη

Η ανακύκλωση παίζει διττό ρόλο: μπορεί να συμβάλει στη μείωση των μικροπλαστικών, αλλά και να είναι πηγή δημιουργίας τους αν δεν γίνεται σωστά. Επομένως, είναι απαραίτητη η προσεκτική διαχείριση των διαδικασιών ανακύκλωσης, σε συνδυασμό με προσπάθειες μείωσης της συνολικής χρήσης πλαστικού.

Πρακτική εφαρμογή:		
Τάξη/εις		Γυμνάσιο (Α', Β' Γ') και Λύκειο (Α', Β' Γ')
Υλικά		Υπολογιστές, πίνακας, σύνδεση στο internet, ένα μεγάλο δοχείο (μπωλ), ένα μικρό δοχείο, μεμβράνη, χρώμα ζαχαροπλαστικής, αλάτι και παγάκια.
Σύνδεση με το ΑΠ		Εντάσσεται στους γενικούς σκοπούς του μαθήματος της Βιολογίας. Περιβαλλοντική εκπαίδευση.
Διάρκεια		8-10 διδακτικές ώρες (ενδεικτικά)
ΦΑΣΗ	ΣΤΟΧΟΙ	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ
ΕΙΣΑΓΩΓΗ		
1 (10')	Ανάδειξη ενδιαφέροντος για το θέμα και σύνδεση με την καθημερινότητα.	Ερωτήσεις από τον εκπαιδευτικό. Κάνετε ανακύκλωση; Στο σπίτι; Στο σχολείο; Ποια υλικά ανακυκλώνετε; Καταγραφή των στατιστικών της τάξης σε έναν πίνακα.
(5')	Συνεργασία, ανταλλαγή ιδεών, επικοινωνία μεταξύ των μαθητών, ενίσχυση του διαλόγου	Γίνεται η οργάνωση των μαθητών σε ομάδες. Οι μαθητές θα εργαστούν σε ομάδες 3-4 ατόμων, ανάλογα με το μέγεθος της τάξης. Ο ρόλος του δασκάλου θα είναι καθοδηγητικός.
2 (15')	Ανάδειξη των ιδεών των μαθητών όσον αφορά την σχέση μεταξύ ανακύκλωσης	Καταγραφή των απαντήσεων των μαθητών στις παρακάτω ερωτήσεις (φύλλο εργασίας): - Κάνετε ανακύκλωση;

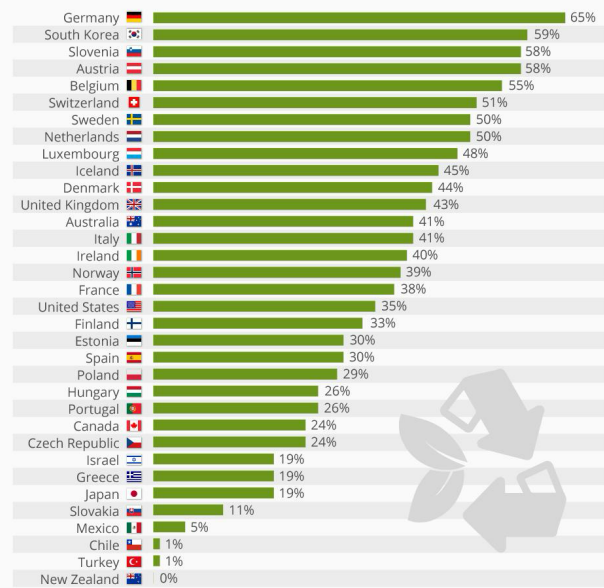
	και ρύπανσης από μικροπλαστικά.	- Γιατί κάνετε ανακύκλωση; - Ποια η σχέση μεταξύ ανακύκλωσης και ρύπανσης από μικροπλαστικά; Ενθαρρύνεται η συζήτηση μεταξύ των μαθητών εντός της ομάδας. Ποια είναι η άποψη του κάθε μαθητή; Ποια η άποψη της ομάδας. Επιδιώκεται η συνεργασία και η ελεύθερη έκφραση των απόψεων κάθε μαθητή. Η καταγραφή είναι σημαντική ώστε στο τέλος του διδακτικού σεναρίου να επανέλθουμε στις απαντήσεις και να εκτιμήσουμε κατά πόσο έχουν αλλάξει οι αρχικές ιδέες των μαθητών.
3 (10')	Η προσωπική εμπλοκή των μαθητών με το θέμα. (προαιρετικό βήμα που θα μπορούσε και να παραληφθεί. Στόχο έχει να εμπλέξει ακόμα περισσότερο τους μαθητές. Σε περίπτωση που παραληφθεί, δεν θα γίνει το β ερώτημα στην φάση 4 και οι ψηφοφορίες στην αρχή και στο τέλος).	Μοιράζεται στους μαθητές η υποτιθέμενη επιστολή από τον δήμο (βρίσκεται στο διδακτικό υλικό στο τέλος του αρχείου).
4 (10')	Περιγραφή και σαφής διατύπωση του θέματος – προβλήματος, ερωτήματος. Διπλός προβληματισμός: α) αν υπάρχει κάποια σχέση μεταξύ ρύπανσης και ανακύκλωσης και β) αν υπάρχει αντίσταση και διαφωνία για κάτι που θεωρείται γενικά «καλό» αλλά μπορεί να μην θέλουμε να βρίσκεται κοντά μας. Όπως είναι ένας χώρος αποθήκευσης απορριμμάτων. Στόχος είναι η εσωτερική σύγκρουση στον κάθε μαθητή.	Υπάρχει κάποια σχέση μεταξύ της ανακύκλωσης και της ρύπανσης από μικροπλαστικά; Τι θα ψηφίσει ο κάθε μαθητής σε σχέση με το αν θα γίνει ή όχι κέντρο ανακύκλωσης σε χώρο κοντά στο σχολείο. Ναι ή όχι και γιατί.
5 (15')	Καταγραφή της αυθόρμητης στάσης των μαθητών απέναντι στο θέμα.	Πρώτη ανεπίσημη ψηφοφορία πριν γίνει έρευνα. Ζητείται από τους μαθητές να ψηφίσουν, μυστικά. Τα αποτελέσματα δεν ανακοινώνονται ακόμη. Θα ανακοινωθούν στο τέλος, μετά την έρευνα του θέματος, όπου οι μαθητές θα ψηφίσουν ξανά.
ΕΡΕΥΝΑ		
6 (30')	Προβληματισμός των μαθητών και εισαγωγή στοιχείων για να ξεκινήσει η έρευνα.	Όλοι οι μαθητές της τάξης παρακολουθούν ένα σύντομο βίντεο που δίνει κάποιες πληροφορίες για το πλαστικό. https://www.youtube.com/watch?v=iO3SA4YyEYU Στη συνέχεια όλοι οι μαθητές παρακολουθούν το παρακάτω βίντεο που περιγράφει το πολύπλοκο

		πρόβλημα της ανακύκλωσης. https://www.youtube.com/watch?v=iBGZtNJA-M
7 (30')	Εξοικείωση με διλημματικές καταστάσεις.	Χωρίζονται οι μαθητές σε δύο ομάδες: η μια ομάδα (Α) που υποστηρίζει την ανακύκλωση ως λύση στο πρόβλημα διαχείρισης των απορριμμάτων και η άλλη ομάδα (Β) υποστηρίζει πως η ανακύκλωση δεν αποτελεί λύση αλλά δημιουργεί προβλήματα. Βίντεο για την ομάδα Α: Περιγραφή της σημασίας της ανακύκλωσης. https://www.youtube.com/watch?v=bAGwPSZRZpY Βίντεο για την ομάδα Β: Περιγραφή της συνθετότητας του προβλήματος και πιθανή λύση μέσα από την χρήση ενζύμων. https://www.youtube.com/watch?v=LZc7LpNGUc0 Βίντεο που υποστηρίζει πως η ρύπανση από πλαστικό δεν υπάρχει: https://www.youtube.com/watch?v=fZfpHASqpOk&t=7s
8 (90')	Έρευνα, αξιολόγηση πληροφοριών, ανάλυση δεδομένων. Α) από γραπτές εργασίες Β) από διαγράμματα και χάρτες (Σχέση μεταξύ σκουπιδιών, ανακύκλωσης και ρύπανσης από μικροπλαστικά με την βοήθεια χαρτών.)	Υλικό για την ομάδα Α - Lett, Z. Hall, A. Skidmore, S. Alves, J. N. (2021). Environmental Microplastic and Nanoplastic: Exposure Routes and Effects on Coagulation and the Cardiovascular System. Environ Pollut. doi: :10.1016/j.envpol.2021.118190 - Giovanis. E, (2015). Relationship between recycling rate and air pollution: Waste management in the state of Massachusetts. Waste management. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2015.03.006 - Chen. J, Wu. J, Sherrell. P.C, Chen. J, Wang. H, Zhang. W, Yang. J. (2022). How to Build a Microplastics-Free Environment: Strategies for Microplastics Degradation and Plastics Recycling. Advanced Science. doi: 10.1002/advs.202103764 - Tsimnadis. K, Kyriakopoulos. G.L, Arabatzis. G, Leontopoulos. S, Zervas. E. (2023). Sustainability. https://doi.org/10.3390/su15043106



The Countries Winning The Recycling Race

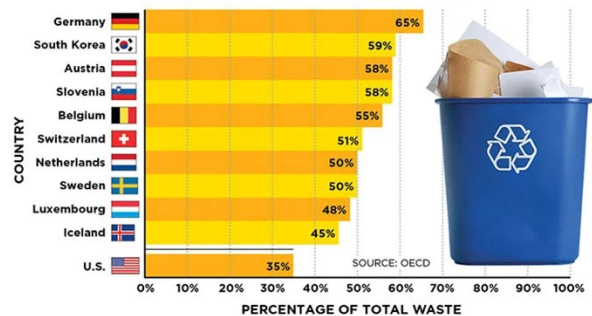
Recycled & composted waste as a share of total municipal waste in OECD countries (2013)



Source: OECD

Forbes statista

Percentage of Waste That Is Recycled



Waste Generation Is Rising Globally

Kilograms of solid waste each person creates a year

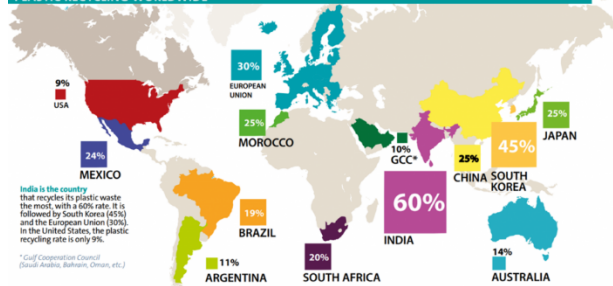
● 2016 estimated average ○ 2050 projection



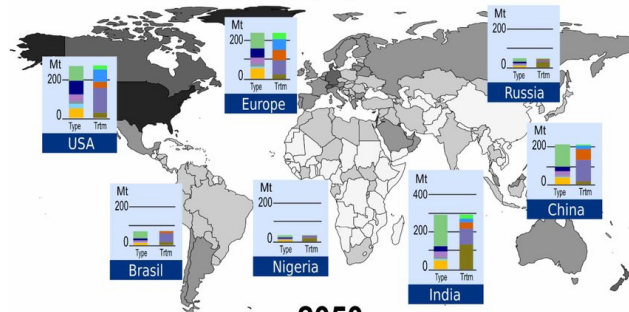
Source: World Bank

Notes: Data availability and methodology vary by country or region. Latest available data were adjusted to 2016 for comparison. Figures include only residential, commercial and institutional waste.

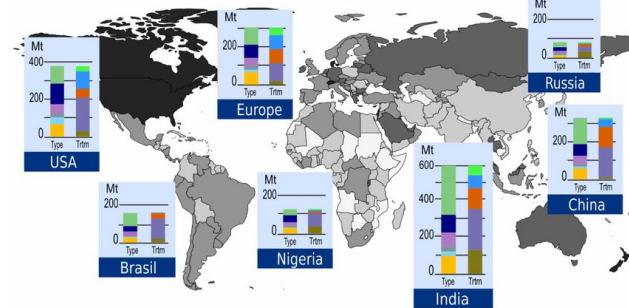
PLASTIC RECYCLING WORLDWIDE



2015



2050



Waste Generation

0 200 400 600 800 1000
kg MSW/capita/year

Waste Type

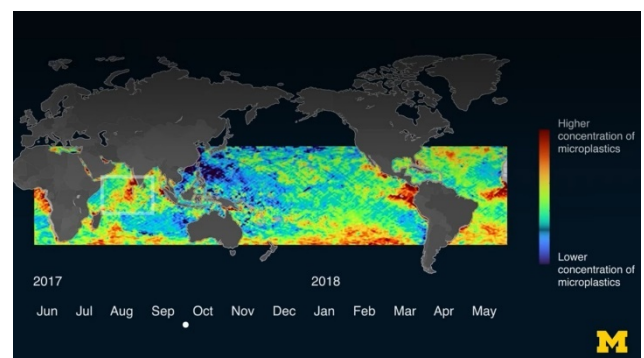
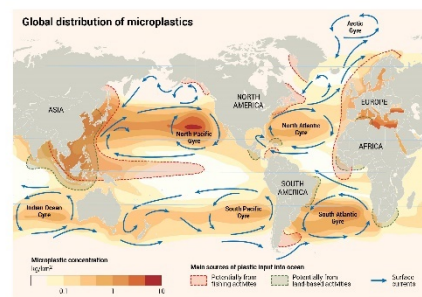
Organic
Paper
Plastic
Glass
Metal
Other

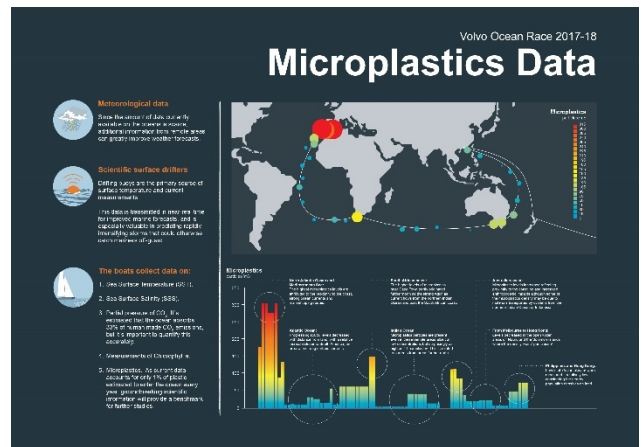
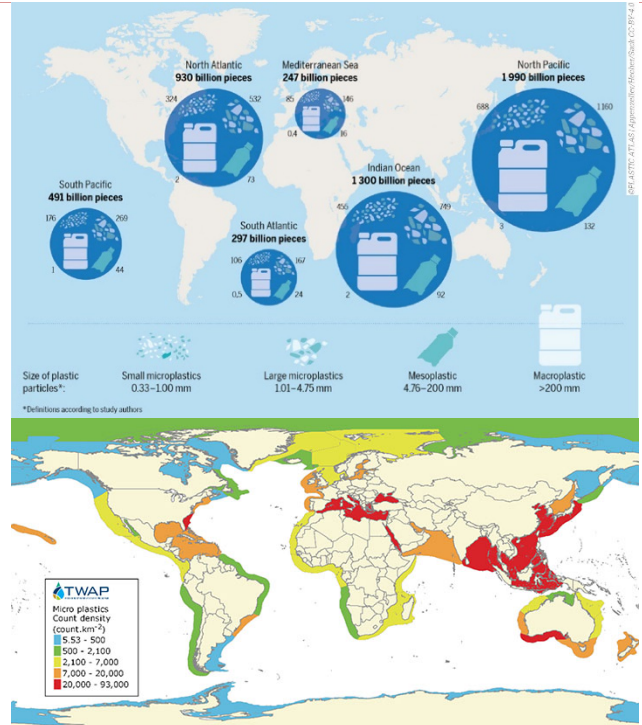
Waste Treatment

Compost
Recycling
Incineration
Landfills
Dumps

Υλικό για την ομάδα Β

- Hirt, N. Body-Malapel, M. (2020). Immunotoxicity and intestinal effects of nano- and microplastics: a review of the literature. Particle and Fibre Toxicology. doi: <https://doi.org/10.1186/s12989-020-00387-7>
- Chen. J, Wu. J, Sherrell. P.C, Chen. J, Wang. H, Zhang. W, Yang. J. (2022). How to Build a Microplastics-Free Environment: Strategies for Microplastics Degradation and Plastics Recycling. Advanced Science. doi: 10.1002/advs.202103764
- Nikpay. M, Roodsari. S.T. (2024). Crafting a Scientific Framework to Mitigate Microplastic Impact on Ecosystems. Microplastics. <https://doi.org/10.3390/microplastics3010010>





Plastic Pollution Around the World

% Mismanaged plastic waste

- Above 8
- 4-8
- 1.5-2
- Below 1.5
- NA

Top 20 Countries by Mismanaged Plastic Waste

Rank	Country	% Mismanaged plastic waste	Rank	Country	% Mismanaged plastic waste
1	China	27.7	11	South Africa	2.0
2	Indonesia	10.1	12	India	1.9
3	Philippines	5.9	13	Algeria	1.6
4	Vietnam	5.8	14	Turkey	1.5
5	Sri Lanka	5.0	15	Pakistan	1.5
6	Thailand	3.2	16	Brazil	1.5
7	Egypt	3.0	17	Myanmar	1.4
8	Malaysia	2.9	18	Morocco	1.0
9	Nigeria	2.7	19	Korea, North	1.0
10	Bangladesh	2.5	20	United States	0.9

Rank	Country	% Mismanaged plastic waste	Rank	Country	% Misanmanaged plastic waste
1	China	27.7	11	South Africa	2.0
2	Indonesia	10.1	12	India	1.9
3	Philippines	5.9	13	Algeria	1.6
4	Vietnam	5.8	14	Turkey	1.5
5	Sri Lanka	5.0	15	Pakistan	1.5
6	Thailand	3.2	16	Brazil	1.5
7	Egypt	3.0	17	Myanmar	1.4
8	Malaysia	2.9	18	Morocco	1.0
9	Nigeria	2.7	19	Korea, North	1.0
10	Bangladesh	2.5	20	United States	0.9

Plastic waste produced and mismanaged

Coastal population
Million people

- Less than 1
- 1 to 2
- 2 to 10
- 10 to 50
- 50 to 263

Land locked country

Plastic waste production
Thousand tonnes per day, 2010

Portion of plastic waste mismanaged

Total plastic waste produced

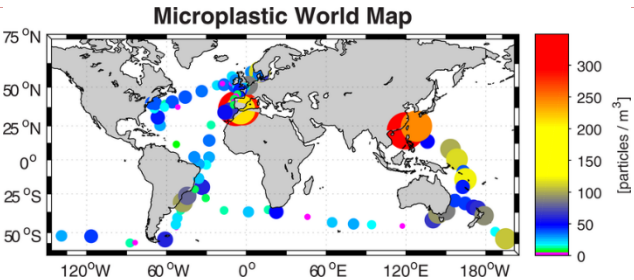
Source: Jambeck, J. R., et al., Plastic waste inputs from land into the ocean. Science, 2015; Neumann B., et al., Future Coastal Population Growth and Exposure to Sea-Level Rise and Coastal Flooding - A Global Assessment. PLoS ONE, 2015.

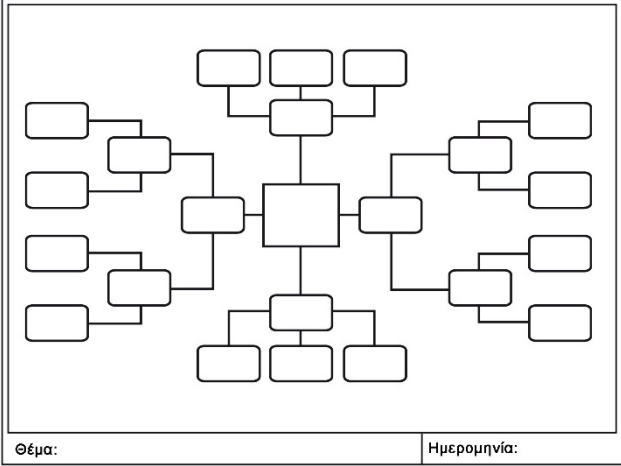
WHERE MISMANAGED PLASTIC WASTE IS GENERATED

kg / YEAR

0 1 10 100 500 1000 6000 14100

THE OCEAN CLEANUP

		
9 (45')	Εξάσκηση στην εύρεση και την παρουσίαση επιχειρημάτων. Εξάσκηση στην αξιολόγηση των επιχειρημάτων μιας αντίθετης άποψης. Εξάσκηση στον διάλογο Εξάσκηση στην ανάλυση και ερμηνεία επιστημονικών δεδομένων. Καλλιέργεια του ότι η επιστήμη βασίζεται σε δεδομένα.	Η κάθε ομάδα παρουσιάζει τα επιχειρήματά της στην άλλη και ξεκινάει μεταξύ των ομάδων ένας διάλογος ο οποίος συντονίζεται όταν χρειάζεται από τον εκπαιδευτικό. Κατά την διαδικασία οι μαθητές παρουσιάζουν μέρος από το υλικό που τους έχει δοθεί και έχουν φυσικά την δυνατότητα να αναζητήσουν και οι ίδιοι επιπλέον υλικό. Ο εκπαιδευτικός κατευθύνει τους μαθητές για κάθε τους επιχειρήμα να αναφέρουν την πηγή του ώστε να μπορεί να αξιολογηθεί στο σύνολό του το κάθε επιχειρήμα. Πιθανές ερωτήσεις που μπορεί να κάνει ο εκπαιδευτικός προκειμένου να διαπιστώσει ότι οι μαθητές μπόρεσαν να αποκωδικοποιήσουν και να ερμηνεύσουν σωστά το υλικό που τους δόθηκε είναι: - Ποια είναι τα στοιχεία που αποδεικνύουν την επικινδυνότητα των μικροπλαστικών στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία; - Ποια είναι τα δεδομένα που υποστηρίζουν ότι η ανακύκλωση συνεισφέρει στην προστασία του περιβάλλοντος; - Συνδέεται η ανακύκλωση με την ρύπανση από μικροπλαστικά; - Υπάρχουν τρόποι να γίνει η διαχείριση των απορριμμάτων διαφορετικά; - Με ποιους τρόπους γίνεται σήμερα προσπάθεια να περιοριστεί η ρύπανση από το πλαστικό; Τι ρόλο έχει παίξει σε αυτό η ανάπτυξη της τεχνολογίας; - Η έρευνα στην Ελλάδα έχει συνεισφέρει προσφέροντας δεδομένα και λύσεις στο πρόβλημα της διαχείρισης των απορριμμάτων; Οι παρακάτω ερωτήσεις μπορούν να γίνουν και

		στις δύο ομάδες.
10	Καλλιέργεια ενσυναίσθησης και κριτικής σκέψης.	Ο εκπαιδευτικός ενθαρρύνει την ελεύθερη έκφραση κάθε μαθητή. Βοηθά τους μαθητές να αξιολογούν τα επιχειρήματα και αν χρειαστεί δίνει χρόνο για επιπλέον μελέτη και συνέχεια του διαλόγου μετά από επιπλέον έρευνα.
11 (15')	Κατανόηση της πολυπλοκότητας του προβλήματος. Αναγνώριση των πολλαπλών και όχι πάντα εμφανών επιπτώσεων που έχει η διαχείριση των απορριμμάτων στην κοινωνία.	Συμπλήρωση του παρακάτω εννοιολογικού χάρτη με τα δεδομένα και από τις δύο ομάδες.  Θέμα: _____ Ημερομηνία: _____
12 (15')	Σύνοψη και ανακεφαλαίωση	Ο εκπαιδευτικός συνοψίζει τα δεδομένα και ανακεφαλαιώνει όσα έχουν ειπωθεί. Θέτει ερωτήματα όπως: - Τελικά τι είναι η ρύπανση; - Το πλαστικό γιατί είναι ρύπος; - Είναι σημαντική η συνεργασία μεταξύ επιστημόνων από διαφορετικούς κλάδους για την επίλυση πολύπλοκων προβλημάτων; - Είναι τελικά το θέμα της ρύπανσης από μικροπλαστικά ένα θέμα με κοινωνικό αντίκτυπο;
13 (10')	Αναγνώριση του ότι η επιστήμη και η κοινωνία είναι άμεσα συνδεδεμένες.	Με ξεχωριστό χρώμα σημειώνονται στον εννοιολογικό χάρτη τα κουτάκια που έχουν κοινωνικό αντίκτυπο. Στόχος τελικά να σημειωθούν όλα τα κουτάκια και να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι η επιστήμη και η κοινωνία είναι άμεσα συνδεδεμένες.
14 (20')	Βιωματική εμπέδωση της σύνδεσης της ρύπανσης των υδάτων με τον κύκλο του νερού.	Πείραμα: Τα παιδιά χωρισμένα σε ομάδες των 3-4 ατόμων μπορούν να εκτελέσουν το παρακάτω πείραμα που αναπαριστά τον κύκλο του νερού και επισημαίνει το πως τα ύδατα αποτελούν μια δεξαμενή στην οποία οι ρύποι συσσωρεύονται και μέσω της οποίας διασπείρονται.

		Υλικά: ένα μεγάλο δοχείο (μπωλ), ένα μικρό δοχείο, μεμβράνη, χρώμα ζαχαροπλαστικής, αλάτι και παγάκια. Διαδικασία: Γεμίζουμε το μεγάλο δοχείο που αναπαριστά τους ωκεανούς με χλιαρό νερό και προσθέτουμε αλάτι και μπλε χρώμα ζαχαροπλαστικής. Καλύπτουμε το δοχείο με την διάφανη μεμβράνη και τοποθετούμε πάνω στη μεμβράνη παγάκια που αναπαριστούν τα σύννεφα. Παρατηρούμε μετά από περίπου 15 λεπτά ότι εμφανίζονται σταγόνες νερού στην κάτω πλευρά της μεμβράνης οι οποίες είναι η βροχή. Συλλέγουμε τις σταγόνες και παρατηρούμε. Ζητούμε στους μαθητές με ένα κουταλάκι να δοκιμάσουν το νερό του ωκεανού; Τι γεύση έχει; Παρατηρούμε και σημειώνουμε το χρώμα του. Ζητούμε στους μαθητές με ένα κουταλάκι να δοκιμάσουν το νερό της βροχής; Τι γεύση έχει; Παρατηρούμε και σημειώνουμε το χρώμα του. Συμπεράσματα: - Το χρώμα της ζαχαροπλαστικής, όπως και όλοι οι υδατοδιαλυτοί ρύποι παραμένουν μέσα στον ωκεανό όπου και συσσωρεύονται. - Το αλάτι επίσης παραμένει στους ωκεανούς, όπως και άλλοι ρύποι, που βρίσκονται στο νερό. - Οι ωκεανοί συσσωρεύουν πλήθος ρύπων που είτε παγιδεύονται σε αυτούς, είτε μέσω αυτών διασπείρονται στο περιβάλλον επηρεάζοντας όλους τους ζωντανούς οργανισμούς.
15 (10') (45')	Επαναχρησιμοποίηση! Τι μπορεί να κάνει ο καθένας από εμάς.	Ο εκπαιδευτικός ζητά από κάθε μαθητή να φέρει στην τάξη ένα πλαστικό αντικείμενο που προορίζεται για ανακύκλωση. Οι μαθητές συλλέγουν όλα τα αντικείμενα που είναι διαθέσιμα και σε ομάδες προσπαθούν να φτιάξουν κατασκευές και να σκεφτούν τρόπους με τους οποίους μπορούν να χρησιμοποιήσουν ξανά τα υλικά που έχουν διαθέσιμα. Παρουσιάζουν τα αποτελέσματά τους σε όλη την τάξη.
16 (20')	Αναστοχασμός Καλλιέργεια της άποψης ότι ένας επιστήμονας είναι σε	Επιστροφή στο φύλλο εργασίας της φάσης 2 και απαντά κάθε μαθητής ξανά στην ερώτηση, μετά την ολοκλήρωση της έρευνας. Είναι διαφορετικές οι απαντήσεις σας;

	θέση να αναθεωρήσει αν έρθει σε επαφή με νέα δεδομένα.	Τι σας έκανε να αλλάξετε γνώμη, αν αλλάξατε; Τι σας έκανε εντύπωση από όσα διαβάσατε και ακούσατε;
17 (10')	Καταγραφή της στάσης των μαθητών μετά την έρευνα γύρω από την ανακύκλωση και την ρύπανση. Αναστοχασμός	Τελική ψηφοφορία μετά την έρευνα. Ζητείται από τους μαθητές να ψηφίσουν, μυστικά. Τα αποτελέσματα ανακοινώνονται και συγκρίνονται με αυτά της αρχικής ψηφοφορίας. Αν οι μαθητές επιθυμούν μπορούν να αναφέρουν αν άλλαξαν την ψήφο τους μετά την έρευνα ή όχι.
18 (45')	Ανάληψη πρωτοβουλίας και αίσθηση ότι η γνώμη των μαθητών μετράει. Καλλιέργεια περιβαλλοντικής συνείδησης.	Ζητά ο εκπαιδευτικός να καταγράψουν οι μαθητές τις ιδέες και τις προτάσεις τους σε σχέση με το πρόβλημα της διαχείρισης των απορριμμάτων και της ρύπανσης προκειμένου να το επικοινωνήσουν στον δήμο τους. Το αποτέλεσμα της καταγραφής μπορεί να είναι ελεύθερο στον τρόπο έκφρασης – γραπτό κείμενο, ζωγραφική, βίντεο, πόστερ, φωτογραφίες, κόμικ και ότι άλλο βοηθά τον κάθε μαθητή να εκφραστεί. (πιθανές ιδέες των παιδιών: επαναχρησιμοποίηση, συνεργασία με τα εργοστάσια παραγωγής συσκευασιών, αλλαγή στις καθημερινές μας συνήθειες και επιλογές ως καταναλωτές).
19 (20')	Αξιολόγηση του διδακτικού σεναρίου	Ζητείται από τους μαθητές να απαντήσουν στα παρακάτω: - Ήταν σαφείς οι οδηγίες κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων του διδακτικού σεναρίου; - Υπήρχε κάτι που σας δυσκόλεψε; Ποιο ήταν αυτό; - Υπήρχε κάτι που σας έκανε εντύπωση; Ποιο ήταν αυτό; - Τι θα κάνατε διαφορετικά αν επαναλαμβάνατε την διαδικασία;

Πηγές

Ammesho T.T.K. et al., 2023, Journal of Environmental Management. Microplastics in the environment: An urgent need for coordinated waste management policies and strategies.

<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118713>

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479723015013?via%3Dihub>).

Chen. J, Wu. J, Sherrell. P.C, Chen. J, Wang. H, Zhang. W, Yang. J. (2022). How to Build a Microplastics-Free Environment: Strategies for Microplastics Degradation and Plastics Recycling. Advanced Science. doi: 10.1002/adv.202103764.

Giovanis. E, (2015). Relationship between recycling rate and air pollution: Waste management in the state of Massachusetts. Waste management. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2015.03.006>.

Gisewhite A.R. 2022, Cultural Studies of Science Education. A whale of a time: engaging in a war of values for youth activism in science education.

Hirt, N. Body-Malapel, M. (2020). Immunotoxicity and intestinal effects of nano- and microplastics: a review of the literature. Particle and Fibre Toxicology. doi: <https://doi.org/10.1186/s12989-020-00387-7>.

Ke L., et al 2021, Science & Education (2021) 30:589–607, Developing and Using Multiple Models to Promote Scientific Literacy in the Context of Socio-Scientific Issues. (<https://doi.org/10.1007/s11191-021-00206-1>).

Laliyo L.A.R. 2022, Heliyon, Measuring changes in hydrolysis concept of students taught by inquiry model: stacking and racking analysis techniques in Rasch model. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09126>.

Lett, Z. Hall, A. Skidmore, S. Alves, J. N. (2021). Environmental Microplastic and Nanoplastic: Exposure Routes and Effects on Coagulation and the Cardiovascular System. Environ Pollut. doi: :10.1016/j.envpol.2021.118190.

Liu M. et al., 2024 Chemosphere, From e-waste to living space: Flame retardants contaminating household items add to concern about plastic recycling.

<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2024.143319>

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653524022173>).

Nikpay. M, Roodsari. S.T. (2024). Crafting a Scientific Framework to Mitigate Microplastic Impact on Ecosystems. Microplastics. <https://doi.org/10.3390/microplastics3010010> .

Ponce R. et al., The impacts of solar radiation on human health.

Soterio S. et al., Discip Interdiscip Sci Educ Res (2023) 5:1, Teaching controversial socio-scientific issues in online exhibits of science museums: Covid-19 on the scene. <https://doi.org/10.1186/s43031-022-00069-8>.

Suzuki G., 2024, Environmental Pollution, Global discharge of microplastics from mechanical recycling of plastic waste.

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749124005694?via%3Dihub>).

Thomson C.R. 2024, Science, Twenty years of microplastic pollution research—what have we learned? (<https://www.science.org/doi/10.1126/science.adl2746>).

Tsimnadis. K, Kyriakopoulos. G.L, Arabatzis. G, Leontopoulos. S, Zervas. E. (2023). Sustainability. An Innovative and Alternative Waste Collection Recycling Program Based on Source Separation of Municipal Solid Wastes (MSW) and Operating with Mobile Green Points (MGPs) <https://doi.org/10.3390/su15043106>.

Zeidler L.D. 2009, Journal of Elementary Science Education, Vol. 21, No. 2, Socioscientific Issues: Theory and Practice. DOI: 10.1007/BF03173684.

<https://www.greenpeace.org/usa/new-greenpeace-report-calls-out-toxic-hazards-of-recycled-plastic-as-global-plastics-treaty-negotiations-resume-in-paris/>.

https://news.mongabay.com/2023/05/even-in-recycling-microplastics-remain-a-persistent-polluter-study-shows/?utm_source=chatgpt.com.

<https://theconversation.com/scientists-reviewed-7-000-studies-on-microplastics-their-alarming-conclusion-puts-humanity-on-notice-239105>

<https://cibum.gr/nea/perivallon-viosimotita/diepistimoniki-meleti-ton-mikroplastikon-kai-ton-synepeion-toys/>

Online εργαλεία – χάρτες δεδομένων

https://storymaps.arcgis.com/stories/1a07222b7a6c4f54880ee17daad9fc51?utm_source=chatgpt.com

https://ourworldindata.org/plastic-pollution?utm_source=chatgpt.com

https://www.globalplasticwatch.org/map/?utm_source=chatgpt.com

https://www.reloopplatform.org/resources/global-recycling-league-table/?utm_source=chatgpt.com

https://www.geographyrealm.com/platform-for-analyzing-geospatial-data-in-the-cloud/?utm_medium=email&utm_campaign=GISNL-2022-Jan-27&utm_source=YMLP

The Ocean Cleanup (<https://theoceancleanup.com/>)

Διδακτικό υλικό

Υποθετικό Σενάριο:

Έστω ότι ο δήμος επικοινωνεί με το σχολείο και ενημερώνει για την πιθανότητα δημιουργίας ενός χώρου ανακύκλωσης σε μια περιοχή κοντά στο σχολείο. Ζητείται από τους μαθητές να εκφράσουν τη γνώμη τους και να ψηφίσουν για το θέμα αφού πρώτα μελετήσουν καλά τα δεδομένα. Η απόφασή τους θα παίξει σημαντικό ρόλο στην τελική έκβαση τωνπραγμάτων.

Παρακάτω δίνεται η επιστολή που θα μπορούσε να δοθεί στους μαθητές στη Φάση 3.

ΔΗΜΟΣ ΠΟΛΗΣ: _____

Τμήμα Περιβάλλοντος & Αειφόρου Ανάπτυξης

Πόλη _____, ΤΚ _____

Ημερομηνία: _____

Προς:

[Όνομα Σχολείου]

Διεύθυνση Σχολείου _____

Πόλη _____, ΤΚ _____

Αγαπητοί μαθητές και εκπαιδευτική κοινότητα,

Με ιδιαίτερη χαρά και ενδιαφέρον, ο Δήμος [Όνομα Δήμου] σας ενημερώνει για μια νέα πρωτοβουλία που σχετίζεται με την προστασία του περιβάλλοντος και την αειφόρο ανάπτυξη στην περιοχή μας. Συγκεκριμένα, σκεφτόμαστε να δημιουργήσουμε έναν χώρο ανακύκλωσης σε μια τοποθεσία δίπλα από το σχολείο σας, με στόχο να ενισχύσουμε τις πράξεις ανακύκλωσης και να ευαισθητοποιήσουμε την κοινότητα.

Ο χώρος αυτός θα περιλαμβάνει ειδικά δοχεία για τη διαχωρισμένη συλλογή πλαστικών, χάρτινων, γυάλινων και μεταλλικών υλικών, καθώς και πληροφορίες για τη σωστή ανακύκλωση. Πιστεύουμε ότι αυτή η πρωτοβουλία θα συμβάλει στην προστασία του περιβάλλοντος και θα δώσει τη δυνατότητα στους μαθητές και την εκπαιδευτική κοινότητα να συμμετέχουν ενεργά σε μια σημαντική κοινωνική δράση.

Για να εξασφαλίσουμε ότι η απόφαση αυτή ανταποκρίνεται στις ανάγκες και τις προτιμήσεις της σχολικής κοινότητας, σας προσκαλούμε να εκφράσετε τη γνώμη σας. Θα χαρώ πολύ αν οι μαθητές του σχολείου σας συμμετέχουν σε μια διαδικασία ψηφοφορίας, όπου θα μπορούν να υποδείξουν αν υποστηρίζουν ή όχι τη δημιουργία αυτού του χώρου.

Η ψηφοφορία θα πραγματοποιηθεί την ημέρα [εισάγετε ημερομηνία] στο σχολείο σας, υπό την εποπτεία των εκπαιδευτικών σας. Εναλλακτικά, μπορείτε να μας στείλετε τις ψήφους σας μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου στο [εισάγετε email] έως την ημερομηνία [εισάγετε ημερομηνία].

Σας ευχαριστούμε για τη συνεργασία και την ενεργό συμμετοχή σας.

Με εκτίμηση,

[Όνομα Υπευθύνου]

[Θέση]

Δήμος [Όνομα Δήμου]

[Επικοινωνία]