



Ωκεανογραφία και Κλιματική αλλαγή

Πλαστικά – Καταστροφή των Ωκεανών





Colophon



IRRESISTIBLE is a project on teacher training, combining formal and informal learning focused on Responsible Research and Innovation. It is a coordination and support action under FP7-SCIENCE-IN-SOCIETY-2013-1, ACTOIVITY 5.2.2. Young people and science: Topic SiS.2013.2.2.1-1 Raising youth awareness to Responsible Research and Innovation through Inquiry Based Science Education. The project IRRESISTIBLE is funded by the EU as FP-7 project number 612367

www.irresistible-project.eu

Coordinator: j.h.apotheker@rug.nl



Δημιουργήθηκε από τις Christine Bethke και Katja Weber

σε συνεργασία με το Ερευνητικό Εργαστήριο Kieler (Katrin Knickmeier, Katrin Kruse, Katrin Schöps και Anna Thielisch) καθώς και τους Klaus Ruppersberg, Maria Weisermann, Lorenz Kampschulte και Ilka Parchmann στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού Προγράμματος IRRESISTIBLE, Ιούλιος 2015.

www.irresistible-project.eu



Ωκεανογραφία και Κλιματική αλλαγή

Πλαστικά – Καταστροφή των Ωκεανών

1. Το πλαστικό
στην
καθημερινή
ζωή 9
2. Πλαστικά
απορρίμματα
στους
ωκεανούς 13
3. Πηγές 34

1

Το πλαστικό
στην
καθημερινή
ζωή

Υλικά εργασίας

Το πλαστικό στην καθημερινή ζωή

Φύλλα εργασίας για τη φάση της ομαδικής εργασίας



Πλαστικό – ένα ιδανικό υλικό

- 1) Να αναπαραστήσετε γραφικά τον τρόπο με τον οποίο έχει εξελιχθεί η παραγωγή πλαστικού στον κόσμο από το 1950. Να χρησιμοποιηθούν τα ακόλουθα δεδομένα. [2][3]




Έτος	1950	1976	1989	2002	2009	2010	2011	2012	2013
Παγκόσμια παραγωγή πλαστικού (σε εκατομμύρια τόνους)	~1.7	~47	~99	~204	~250	~270	~280	~288	~299



- 2) Η παραγωγή πλαστικού αυξάνεται ραγδαία από έτος σε έτος και αντικαθιστά όλο και περισσότερο τα συμβατικά υλικά. Ποια χαρακτηριστικά καθιστούν το πλαστικό ως ένα τόσο ενδιαφέρον υλικό για τη βιομηχανία;

- 3) Τα πλαστικά προϊόντα χρησιμοποιούνται σχεδόν σε όλους τους τομείς της καθημερινής ζωής στην Ευρώπη. Σκεφτείτε σε ποιους από τους ακόλουθους τομείς το πλαστικό χρησιμοποιείται λιγότερο και σε ποιους περισσότερο. Δημιουργήστε μία σειρά από το 1 (περισσότερο) έως το 6 (λιγότερο).



Συσκευασίες	Κατασκευές	Βιομηχανία αυτοκινήτων	Ηλεκτρονικά	Γεωργική βιομηχανία	Άλλα (π.χ. οικιακές συσκευές, έπιπλα, ιατρικές συσκευές...)



Πλαστικό – τι είδους υλικό είναι πραγματικά;

Το πρώτο πλαστικό ανακαλύφθηκε το 1907 τυχαία, όταν ο Βέλγος Hendrik Baekeland τοποθέτησε ένα κομμάτι φαινόλης σε διάλυμα φορμαλδεΐδης και το θέρμανε σχεδόν έως τους 200 ° C. [4, σελ.6] Δημιουργήθηκε μία άμορφη μάζα που έγινε πιο σκληρή με τον αέρα. Ο Γερμανός χημικός Hermann Staudinger παρατήρησε μετά από 15 χρόνια ότι η βασική αρχή για την παραγωγή των πλαστικών είναι πάντα η ίδια: «Συνεπώς, θα πρέπει να φανταστούμε την ανάπτυξη των πλαστικών ως ένα χημικό Lego: μακράς αλυσίδας μόρια, τα λεγόμενα πολυμερή, αναπτύσσονται από υλικά με μικρότερα μόρια, τα λεγόμενα μονομερή, μέσω θερμότητας, πίεσης ή χημικών προσθηκών». [4, σελ.7]

1) Να δημιουργήσετε ένα μοντέλο ενός πλαστικού από συνδετήρες και να το επικολλήσετε στο φύλλο εργασίας. Να περιγράψετε τη δομή ανάλογα με το μοντέλο σας.

Μοντέλο συνδετήρα
Περιγραφή δομής

2) Ενημερωθείτε σχετικά με το τι PCB χρησιμοποιούνταν στα πλαστικά προϊόντα και γιατί το υλικό αυτό απαγορεύτηκε σε όλον τον κόσμο το 2001. [10]

2

Πλαστικά
απορρίμματα
στους
ωκεανούς

Υλικά εργασίας

Πλαστικά απορρίμματα στους ωκεανούς

Προβολή διαφανειών

Δραστηριότητα: Δείτε την παρουσίαση σε PowerPoint και καταγράψτε τις ερωτήσεις που προκύπτουν καθώς προβάλλονται οι εικόνες.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Μυστήριο

«Απειλείται η υγεία της οικογένειας Larsson στη Γροιλανδία, επειδή οι άνθρωποι πετάνε αδιάφορα τα πλαστικά σκουπίδια στους ωκεανούς εδώ και δεκαετίες;»¹

Δραστηριότητα: Να απεικονίσετε τη σύνδεση μεταξύ των πλαστικών απορριμμάτων στους ωκεανούς και της υγείας της οικογένειας Larsson με ένα διάγραμμα ροής και να απαντήσετε στην ερώτηση.

Διαδικασία για απάντηση στην δραστηριότητα:

1. Διαβάστε τις ενημερωτικές κάρτες από τη στοίβα με τις κάρτες που διαθέτετε.
2. Μοιραστείτε το περιεχόμενο των ενημερωτικών καρτών σας. Προσέξτε να παρουσιάσετε όλες τις κάρτες!
3. Ταξινομήστε τις ενημερωτικές κάρτες. Προχωρήστε ως εξής:
 - A. Εξετάστε ποιες κάρτες δεν είναι σχετικές με την απάντηση στο ερώτημα. Ξεχωρίστε αυτές τις κάρτες.
 - B. Τοποθετήστε τις υπόλοιπες ενημερωτικές κάρτες σε μία λογική σειρά και αριθμήστε τις.
4. Παρουσιάστε την ιδέα με συντομία στον εκπαιδευτικό σας και κάντε ερωτήσεις, εάν είναι απαραίτητο.
5. Πάρτε μία αφίσα A3 από το θρανίο και δημιουργήστε ένα διάγραμμα ροής σύμφωνα με το σχήμα που σας δόθηκε, που να δείχνει πώς τα πλαστικά απορρίμματα που πετάγονται αδιάφορα στον ωκεανό σχετίζονται με την υγεία της οικογένειας Larsson.
6. Πείτε τη γνώμη σας για την ακόλουθη δήλωση: «Απειλείται πραγματικά η υγεία της οικογένειας Larsson, επειδή οι άνθρωποι πετάνε πλαστικά απορρίμματα στους ωκεανούς εδώ και δεκαετίες;

¹ Το πρόβλημα των PCB στη Γροιλανδία αντιμετωπίζεται βασιζόμενο στην υποθετική οικογένεια Larsson από τη Γροιλανδία. Θα βρείτε πληροφορίες για αυτό στο ακόλουθο βίντεο: <https://vimeo.com/55622467> [5]

Κάρτα 1

Το **1950** 1.7 εκατομμύρια τόνοι πλαστικού παράχθηκαν παγκοσμίως. Τα επόμενα χρόνια η παγκόσμια παραγωγή πλαστικού αυξήθηκε ραγδαία. [2][3]

Έτος	Παγκόσμια παραγωγή πλαστικού (σε εκατομμύρια τόνους)
1950	~1.7
1976	~47
1989	~99
2002	~204
2009	~250
2010	~270
2011	~280
2012	~288
2013	~299

Παρακάτω παρατίθενται οι χώρες που είχαν μερίδιο της παγκόσμιας παραγωγής πλαστικού το 2013: [2]
Κίνα (24.8%), ΕΕ + Ελβετία + Νορβηγία (20%), NAFTA (Συμφωνία Ελεύθερου Εμπορίου Βόρειας Αμερικής) (19.4%), Υπόλοιπη Ασία (16.4%), Μέση Ανατολή + Αφρική (7.3%), Λατινική Αμερική (4.8%), Ιαπωνία (4.4%), CIS (Κοινοπολιτεία Ανεξάρτητων Κρατών) (2.9%)

Κάρτα 3

Ένας μεγάλος αριθμός διαφορετικών απορριμμάτων παρασύρεται στους ωκεανούς. Οι ποσότητες είναι σημαντικές. Το 1997 η Εθνική Ακαδημία Επιστημών στις ΗΠΑ ήδη εκτίμησε ότι η ετήσια εισαγωγή απορριμμάτων ήταν 6.4 εκατομμύρια τόνοι. [7] Ένα μεγάλο μέρος από αυτά είναι πλαστικά απορρίμματα. Αλλά η πραγματική ποσότητα απορριμμάτων που υπάρχει στους ωκεανούς είναι δύσκολο να προσδιοριστεί μέχρι σήμερα, γιατί τα πλαστικά απορρίμματα εξαπλώνονται ευρέως πολύ γρήγορα εξαιτίας των παγκόσμιων ρευμάτων των ωκεανών. Ένα επιπλέον πρόβλημα που κάνει δύσκολη την καταγραφή της πραγματικής ρύπανσης των ωκεανών είναι το γεγονός ότι ένας μεγάλος αριθμός πλαστικών απορριμμάτων βυθίζεται αργά ή γρήγορα στον πυθμένα των ωκεανών. [9, σελ.40] Το τι συμβαίνει στα πλαστικά απορρίμματα που βρίσκονται στις βαθιές θάλασσες εξαιτίας της μεγαλύτερης πυκνότητας από το θαλασσινό νερό παραμένει μέχρι σήμερα ανεξερεύνητο.

Κάρτα 2

Τα περισσότερα είδη πλαστικού έχουν μικρότερη πυκνότητα από το θαλασσινό νερό και επιπλέουν, γι' αυτό τον λόγο τα απορρίμματα μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις με τα επιφανειακά ρεύματα και τον αέρα. [8, σελ.22] Τα πλαστικά απορρίμματα μπορεί να μετακινούνται για χρόνια, μέχρι τελικά να φτάσουν σε μία από τις πέντε επονομαζόμενες **Κηλίδες Απορριμμάτων**. Όλα τα απορρίμματα που κατέληξαν στους ωκεανούς συγκεντρώνονται σε αυτές τις εκτεταμένες περιοχές του ωκεανού, με αποτέλεσμα να συγκεντρώνονται τεράστια ποσά απορριμμάτων διαφορετικού μεγέθους και είδους. Εξαιτίας της θερμοκρασίας και των διαφορών αλατότητας του νερού του ωκεανού και με την επίδραση των ανέμων και της περιστροφής της Γης τεράστια ποσά νερού – και συνεπώς και πλαστικών απορριμμάτων – κάνουν κύκλους συνεχώς σε αυτές τις περιοχές του ωκεανού σε δίνες που έχουν πλάτος αρκετών χιλιομέτρων. [8, σελ.22][7]

Κάρτα 4

Ένα μεγάλο μέρος των πλαστικών απορριμμάτων μεταφέρεται στους ωκεανούς από το έδαφος. Υπολογίζεται ότι περίπου 80% των πλαστικών απορριμμάτων υπάρχει στους ωκεανούς εξαιτίας των χερσαίων πηγών ρύπανσης. [8, σελ.21] Ένα μεγάλο μέρος των απορριμμάτων καταλήγει στον ωκεανό εξαιτίας της απουσίας δυνατοτήτων διάθεσης σε πολλές χώρες, για τον λόγο αυτό οι ντόπιοι αλλά και οι τουρίστες παίζουν σημαντικό ρόλο. [8, σελ.21] Τεράστιες εισροές όλων των ειδών απορριμμάτων οφείλονται σε καταστροφές όπως π.χ. το τσουνάμι στην Ιαπωνία το 2011. [8, σελ.22] Ωστόσο, πλαστικά απορρίμματα έρχονται επίσης απευθείας στο νερό. Η αύξηση των τελών διάθεσης σε πολλά λιμάνια συχνά οδηγεί σε παράνομη αλλά χωρίς χρέωση διάθεση από το πλήρωμα στη θάλασσα. [9, σελ.39] Παρόλο που είναι παγκοσμίως απαγορευμένο από τη συμφωνία MARPOL το 1988, δεν έχει επιτευχθεί μέχρι στιγμής ένας συνολικός περιορισμός λόγω της έλλειψης ελέγχου και του μεγάλου αριθμού των διερχόμενων πλοίων. [8, σελ.22] “Εκτιμάται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των πλαστικών απορριμμάτων που απελευθερώνεται στους ωκεανούς σχετίζεται με την αλιεία (Andrady 2011).” [8, σελ.22] Αρκετά δίχτυα και σχοινιά από πλαστικό μπορούν να βρεθούν στους ωκεανούς, τα οποία είτε έχουν διατεθεί σκόπιμα είτε χάθηκαν κατά λάθος. Αυτά τα «δίχτυα φάντασμα» μπορεί να αποτελέσουν μεγάλο κίνδυνο για τα ζώα του ωκεανού. Μία επιπλέον πηγή εισροής πλαστικών απορριμμάτων στον ωκεανό είναι τα κιβώτια εμπορευμάτων (κοντέινερ) που πέφτουν κατά λάθος από τα εμπορικά πλοία κατά τη διάρκεια καταιγίδων λόγω μη επαρκούς ασφάλισής τους και απελευθερώνουν το περιεχόμενο του κιβωτίου. [8, σελ.22] Με αυτόν τον τρόπο 18.000 αθλητικά παπούτσια Nike κατέληξαν στον ωκεανό το 1999. [9, σελ.40]

Κάρτα 5

Όταν ο Charles Moore και η ομάδα του ξεκίνησαν από τη Χαβάη στη Long Beach κατά την επιστροφή τους από μία λεμβοδρομία το 1997, ανακάλυψαν τη «Μεγάλη Κηλίδα Απορριμμάτων του Ειρηνικού» στο Βόρειο Ειρηνικό Ωκεανό. [9, σελ.39] Σε μια περιοχή έκτασης 700.000 έως 15.000.000 km² περίπου τρία εκατομμύρια τόνοι πλαστικών απορριμμάτων περιστρέφονται στην περιοχή του ωκεανού. [6, σελ.41] Είναι δύσκολο να μετρηθεί πόσα απορρίμματα πλαστικού υπάρχουν πραγματικά σε αυτήν την περιοχή, διότι εξαπλώνονται σε όλο το βάθος του νερού. [14, σελ.28] Εκτός από το μεγάλο και ορατό μακροπλαστικό ένας μεγάλος αριθμός μικροπλαστικών σωματιδίων δύσκολα ορατών με γυμνό μάτι βρέθηκε από προσεκτικούς ερευνητές. Για τον λόγο αυτό αυτές οι πέντε «Κηλίδες Απορριμμάτων» δεν είναι μία «μοκέτα απορριμμάτων» που καλύπτει τον ωκεανό, αλλά μία «σούπα απορριμμάτων» που αποτελείται από μεγάλα και μικρά κομμάτια. [8, σελ.22]

Κάρτα 6

Ένας μεγάλος αριθμός ρύπων υπάρχει στους ωκεανούς, όπως τα PCB (πολυχλωριωμένα διφαινύλια) που χρησιμοποιήθηκαν ως μαλακτικό στα πλαστικά πολλών καθημερινών προϊόντων έως το 2001. [10] Τα PCB αποσυντίθενται δύσκολα και γι’ αυτό βρίσκονται για μεγάλο διάστημα στο περιβάλλον και συνεπώς και στον ωκεανό. [11] Παρ’ όλα αυτά, η συγκέντρωση των απελευθερωμένων PCB στο νερό είναι πολύ χαμηλή, επειδή αυτά τα υλικά είναι σχεδόν πάντα συνδεδεμένα στα μικροπλαστικά σωματίδια. [11] Εάν οι οργανισμοί του ωκεανού καταπιούν ένα μικροπλαστικό μολυσμένο από PCB, αυτό μεταφέρεται στην τροφική αλυσίδα και το φαινόμενο ονομάζεται βιοσυσσώρευση. [11] Τα ζώα στην κορυφή της τροφικής αλυσίδας όπως οι φώκιες είναι ιδιαίτερα επιβαρυνμένα με ρύπους, γιατί τρώνε περισσότερο ρυπασμένο φαγητό συγκριτικά με τα ζώα που βρίσκονται στη βάση της τροφικής αλυσίδας

Κάρτα 7

Τα πλαστικά σωματίδια που είναι μικρότερα από 5 mm ονομάζονται μικροπλαστικά. [8, σελ.23] Όλα τα μεγαλύτερα πλαστικά κομμάτια στο περιβάλλον καλούνται μακροπλαστικά. Τα μικροπλαστικά που αναπτύσσονται κατά την αποσύνθεση των μακροπλαστικών ονομάζονται δευτερεύοντα μικροπλαστικά. [8, σελ.23] Εκτός από αυτά υπάρχουν επιπλέον και πρωτογενή μικροπλαστικά στον ωκεανό. Αυτά προστίθενται για παράδειγμα στα καλλυντικά προκειμένου να επιτευχθεί η απολεπιστική δράση. [8, σελ.23] Τέτοια πρόσθετα μπορεί να βρεθούν σε αφρόλουτρα, σε οδοντόκρεμες, τζελ καθαρισμού κ.ά. Οι μονάδες επεξεργασίας συγκρατούν μόνο εν μέρει ή και καθόλου αυτά τα μικροσκοπικά σωματίδια και γι' αυτό καταλήγουν στους ωκεανούς μαζί με το καθαρισμένο νερό. [8, σελ.23] Τα μικροπλαστικά σωματίδια δεν καταλήγουν στον ωκεανό μόνο μετά τη χρήση καλλυντικών αλλά επίσης και μέσω του πλυσίματος συγκεκριμένων συνθετικών ρούχων όπως τα πουλόβερ. [8, σελ.23]

Κάρτα 8

Νέες μελέτες έχουν δείξει ότι το μικροπλαστικό εμφανίζεται ως ένας επονομαζόμενος απορροφητήρας ρύπων, το οποίο σημαίνει ότι προσελκύει τους ρύπους από το περιβάλλον που βρίσκονται στην επιφάνεια. [8, σελ.24]. Απλοποιημένα, η λειτουργία του μπορεί να συγκριθεί με έναν μαγνήτη που ελκύει ρινίσματα σιδήρου. Αυτό οφείλεται στα υδροφοβικές ιδιότητες του πλαστικού και των ρύπων. Τα υδρόφοβα υλικά είναι πολύ ανθεκτικά στο νερό, έτσι ώστε δεν αναμειγνύονται με το νερό. Το πλαστικό μπορεί να εμπλουτίσει τους ρύπους με την αναλογία 1:1.000.000 για το θαλασσινό νερό, ανάλογα με τον τύπο του πλαστικού και τον ρύπο που εξετάζεται. [8, σελ.24] Σύμφωνα με αυτό, τα μικροπλαστικά σωματίδια είναι μικροί φορείς τοξίνης που επιστρέφουν ένα μέρος των ρύπων, όταν καταλήγουν στον γαστρεντερικό σωλήνα των ζώων και μετά τους αποθηκεύουν στον λιπώδη ιστό ή στα όργανα των ζώντων οργανισμών (π.χ. συκώτι). [8, σελ.24] Εκεί μπορεί να προκαλέσουν σημαντικές βλάβες στον οργανισμό.

Κάρτα 9

Μελέτες έχουν δείξει ότι τα PCB (πολυχλωριωμένα διφαινύλια) μπορούν να ανιχνευτούν στον ανθρώπινο ιστό (π.χ. στον μυϊκό ή ηπατικό ιστό) και ότι αυτό το υλικό έχει αρκετές αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. [11, σελ.5] Εάν η συγκέντρωση των PCB στο σώμα είναι υψηλή, μπορεί για παράδειγμα να εμφανιστούν ως αποτέλεσμα χλωρακμή, πάχυνση του δέρματος, αυξημένος χρωματισμός και αναπνευστικές ασθένειες. [11, σελ.5] Ένα υψηλό επίπεδο PCB μπορεί να οδηγήσει σε ανοσοποιητικές και αναπαραγωγικές διαταραχές και δυσλειτουργίες στο συκώτι. [11, σελ.5] “Η πρόκληση καρκίνου ανιχνεύτηκε σε ένα πείραμα σε ζώα, αλλά δεν μπορεί μέχρι στιγμής ούτε να αποδειχθεί αξιόπιστα στους ανθρώπους ούτε να διαψευσθεί.” [11, p.5] Καθώς το PCB επηρεάζει την υγεία των ανθρώπων και των ζώων, το υλικό απαγορεύτηκε παγκοσμίως το 2001.

Κάρτα 10

Το πλαστικό βαθμιαία μειώνεται σε μικρότερα κομμάτια στον ωκεανό από διάφορες περιβαλλοντικές επιδράσεις. Αν τα κομμάτια μακροπλαστικού (π.χ. πλαστικά μπουκάλια ή πλαστικές σακούλες) καταλήξουν στους ωκεανούς οι μαλακτικές ενώσεις απελευθερώνονται από το πλαστικό γιατί δεν είναι στενά συνδεδεμένες με αυτό. Εξαιτίας αυτού το πλαστικό γίνεται εύθραυστο και πολύ τραχύ κάτω από την επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας (UV), έτσι ώστε μπορεί να σπάσει εύκολα. [8, σελ.22] Κατά τη μεταφορά από τα ρεύματα του ωκεανού αυτό το εύθραυστο μικροπλαστικό κονιορτοποιείται σε μικρά κομμάτια από τις μηχανικές δυνάμεις των κυμάτων και την τριβή με άλλα πλέοντα αντικείμενα και βραχώδεις ακτές. [8, σελ.23] Τελικά, το δευτερεύον μικροπλαστικό αναπτύσσεται λόγω της συνεχούς διαδικασίας κατακερματισμού (διαδικασία αλέσματος). Μία βιολογική αποσύνθεση από τα βακτήρια δύσκολα πραγματοποιείται. [8, σελ.23]

Κάρτα 11

Ο κ. Larsson από τη Γροιλανδία σχολίασε μία συνέντευξη με τον ακόλουθο τρόπο: «Ο παππούς μου ήταν ένας επιδέξις ψαράς. Για τον λόγο αυτό τρώγαμε πολύ κρέας φώκιας κατά την παιδική μου ηλικία. Μας αρέσει να τρώμε και το λιπαρό κομμάτι από τις φώκιες – τα επονομαζόμενα παχάκια – γιατί είναι πραγματικά νόστιμο. Τρώμε τα πάντα από τα ζώα συμπεριλαμβανομένου και του συκωτιού. Το κυνήγι είναι μέρος της καθημερινότητάς μας. Δεν θέλουμε να μην έχουμε το παραδοσιακό μας φαγητό». [5]

Κάρτα 12

Η Αρκτική είναι ένα από τα καθαρότερα μέρη στον κόσμο. Δεν υπάρχουν μεγάλες βιομηχανίες και η βασική βιομηχανία στη Γροιλανδία είναι η αλιεία. Παρόλο που ο ωκεανός γύρω από τη Γροιλανδία καθώς και η ενδοχώρα δεν δείχνουν σημάδια ρύπανσης, οι Γροιλανδοί έχουν μία πολύ υψηλή συγκέντρωση της περιβαλλοντικής τοξίνης PCB (πολυχλωριωμένα διφαινύλια) στο σώμα τους. Οι επιστήμονες εξέτασαν επίσης τη συγκέντρωση PCB των θαλάσσιων οργανισμών κοντά στη Γροιλανδία και παρατήρησαν ότι οι φάλαινες και οι φώκιες έχουν ένα μεγάλο μέρος της περιβαλλοντικής τοξίνης, ειδικά στο λιπώδες στρώμα (παχάκια). Παρόλο που το PCB είναι απαγορευμένο εδώ και δεκαετίες οι άνθρωποι και τα ζώα είναι ακόμα μολυσμένα με αυτήν την τοξίνη σήμερα. [5]

Κάρτα 13

Τα τελευταία 100 χρόνια ο παγκόσμιος πληθυσμός τετραπλασιάστηκε. Η ποσότητα των παραγόμενων απορριμμάτων έχει δεκαπλασιαστεί αφού συνδέεται με αυτήν την ανάπτυξη. [8, σελ.21]

Σήμερα παράγουμε περίπου 1.3 δισεκατομμύρια απορριμμάτων ανά έτος. [8, σελ.21] Εκτός από την ποσότητα απορριμμάτων, άλλαξε επίσης η σύνθεση των απορριμμάτων σε αυτήν τη χρονική περίοδο. Ενώ στο παρελθόν τα απορρίμματα αποτελούνταν από ταχέως διασπώμενα φυτά και υπολείμματα ζώων, σήμερα στα απορρίμματα κυριαρχούν τα πλαστικά προϊόντα. [8, σελ.20]

Κάρτα 14

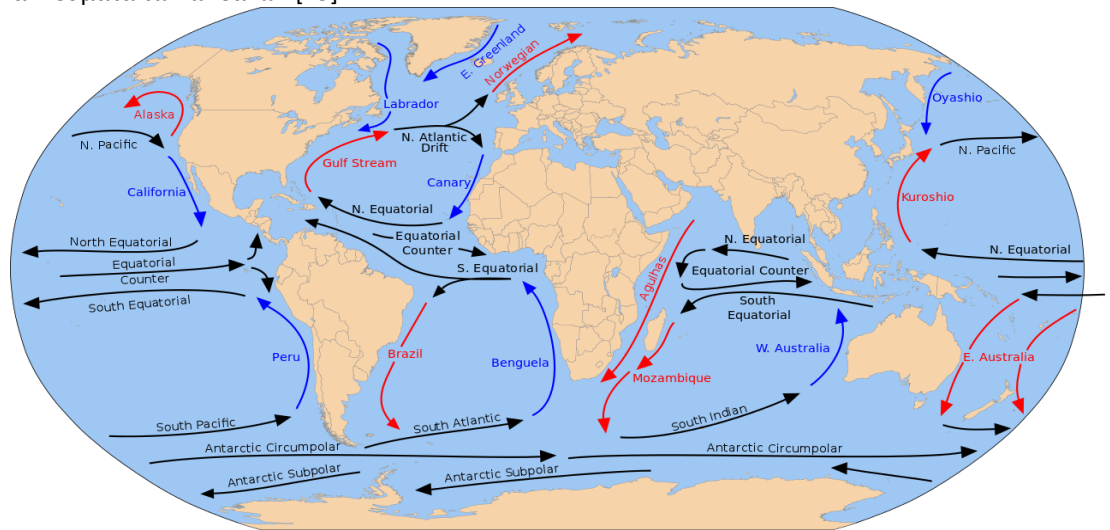
Τα σύγχρονα ερευνητικά αποτελέσματα αποτελούν μυστήριο για τους επιστήμονες: Ένας μεγάλος αριθμός επιστημονικών μελετών έδειξε ότι η υγεία των ανθρώπων και των ζώων επηρεάζεται από την περιβαλλοντική τοξίνη PCB (πολυχλωριωμένα διφαινύλια) με πολλούς τρόπους. [11] Παρόλο που η οικογένεια Larsson στη Γροιλανδία εμφανίζει υψηλή συγκέντρωση PCB στο σώμα, δεν έχουν προκύψει μέχρι στιγμής ασθένειες που να μπορούν να συσχετιστούν με την τοξίνη αυτή. Πώς γίνεται αυτό; Η ανακάλυψη αυτή έρχεται σε αντίθεση με όλα τα ερευνητικά αποτελέσματα παγκοσμίως. Οι επιστήμονες έχουν μία υπόθεση: Μπορεί να οφείλεται στο ότι το κρέας της φώκιας περιέχει μία ουσία που απομακρύνει τις αρνητικές επιπτώσεις του PCB. Αυτό σημαίνει ότι παρόλο που οι Γροιλανδοί δηλητηριάζονται μέσω του κρέατος, ταυτόχρονα προστατεύονται. Αλλά αρχικά αυτή είναι μόνο μία υπόθεση. Οι επιστήμονες εργάζονται εντατικά για να λύσουν το μυστήριο της Γροιλανδίας. [5]

Κάρτα 15

Υπολογίζεται ότι 1.000.000 θαλάσσια πουλιά και 100.000 θαλάσσια θηλαστικά πεθαίνουν κάθε χρόνο λόγω των πλαστικών απορριμμάτων στον ωκεανό. [8, σελ.24] Πολλά ζώα μπερδεύουν το πλαστικό με τη φυσική λεία τους και το καταπίνουν. Ένα παράδειγμα είναι μία φάλαινα που βρέθηκε νεκρή στις ισπανικές ακτές το 2012. Οι επιστήμονες αναγνώρισαν ότι το ζώο βάρους 4.5 τόνων είχε καταπιεί 17 κιλά πλαστικών απορριμμάτων και σαν αποτέλεσμα το έντερό του έφραξε τελείως. [13] Τα πουλιά επίσης μπερδεύουν συχνά το πλαστικό με τη φυσική τους λεία. Οι ερευνητές έχουν αποδείξει ότι το 95 % των θαλάσσιων πουλιών από τον νότο της Βόρειας Θάλασσας περιείχαν 35 πλαστικά σωματίδια στο στομάχι [14, σελ.29] Τα πλαστικά κομμάτια στο στομάχι προκαλούν ψευδοκορεσμό. [8, p.23] Εξαιτίας αυτού τα ζώα δεν λαμβάνουν τροφή πια και λιμοκτονούν. Αλλά αυτός δεν είναι ο μόνος κίνδυνος που προκαλείται από τα πλαστικά απορρίμματα στον ωκεανό. Ένας άλλος θανάσιμος κίνδυνος είναι ότι τα ζώα μπορεί να μπλεχτούν στα δίχτυα ή τα σχοινιά κάτω από το νερό και να πνιγούν. [8, σελ.24]

Κάρτα 16

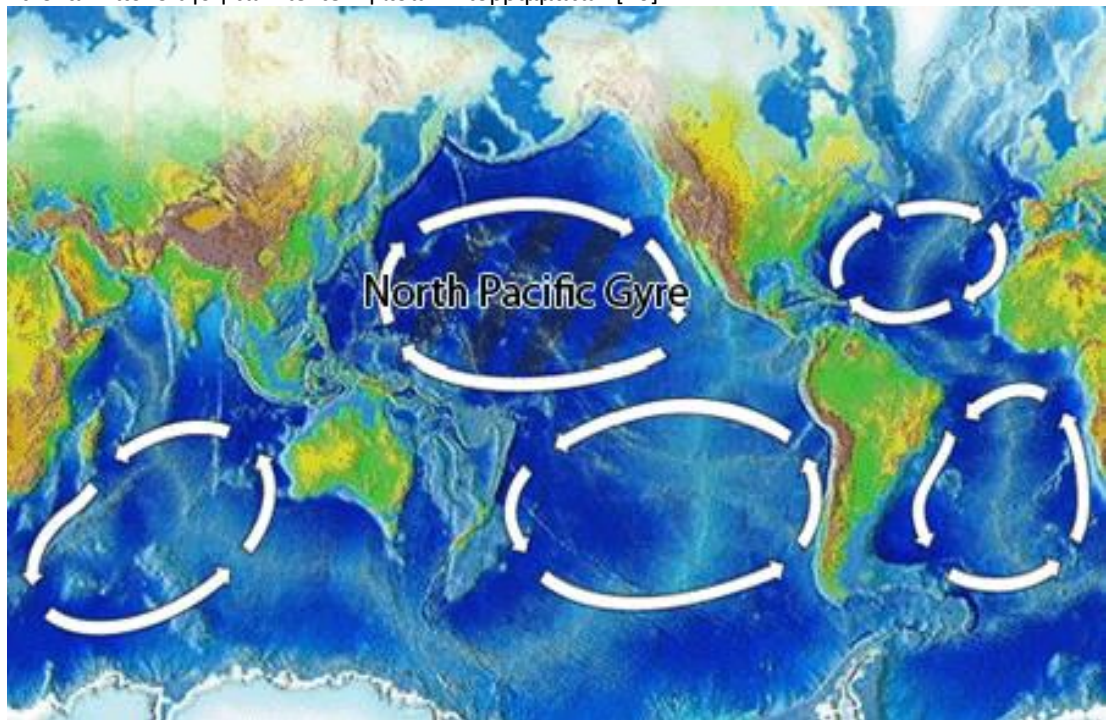
Εικόνα: Ρεύματα των ωκεανών [15]



Πηγή: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/74/Corrientes-oceanicas.svg/1280px-Corrientes-oceanicas.svg.png> (Call-up: 16.06.2015, original image made by Dr. Michael Pidwirny)

Κάρτα 17

Εικόνα: Επισκόπηση των πέντε Κηλίδων Απορριμμάτων [16]



Πηγή: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/64/North_Pacific_Gyre_World_Map.png (Call-up: 15.01.2015. Author: Fangz)

Ομαδική δραστηριότητα: μάκρο / μικρο πλαστικό

Δραστηριότητα για την ομάδα:

1. Εργαστείτε στις ακόλουθες δραστηριότητες για το πρόβλημα των πλαστικών στους ωκεανούς του κόσμου πρώτα μόνοι σας και μετά συζητήστε το με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας.
2. Προετοιμάστε τον εαυτό σας με τέτοιο τρόπο ώστε να παρουσιάσετε το κομμάτι σας στο τέλος της διδακτικής ενότητας.

Μάκρο και μικρο πλαστικό υπάρχει στον ωκεανό. Βρείτε έναν κατάλληλο ορισμό για αυτούς τους δύο όρους:

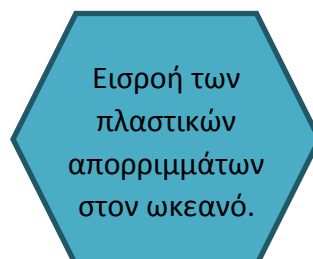
Μακροπλαστικό: _____

Μικροπλαστικό: _____



Πώς καταλήγουν τα πλαστικά σκουπίδια στη θάλασσα;

Δημιουργήστε ένα διάγραμμα που να δείχνει από πού προέρχονται τα εκατομμύρια τόνοι πλαστικών που υπάρχουν στους ωκεανούς του κόσμου.





Τι συμβαίνει στα πλαστικά σκουπίδια στον ωκεανό;

Τι συμβαίνει στα πλαστικά σκουπίδια στον ωκεανό;

Πλαστικά απορρίμματα με πυκνότητα μικρότερη από αυτή του νερού μπορούν να διασκορπιστούν παγκοσμίως μέσω των θαλάσσιων ρευμάτων. [8, σελ. 22] Οι τελικοί σταθμοί των σκουπιδιών ονομάζονται Κηλίδες Απορριμμάτων .

α) Εντοπίστε ποια από τα παρακάτω πλαστικά «κολυμπούν», ποια επιπλέουν και ποια βουλιάζουν στη θάλασσα. Δίνεται η πυκνότητα του θαλασσινού νερού: 1.025 g/cm^3 , στους 25°C . [18]



Πλαστικό	Πυκνότητα σε g/cm^3	Συμπεριφορά στο θαλασσίνο νερό
PC (πολυανθρακικό)	1.20	
PE (πολυαιθυλένιο)	0.95	
PP (πολυπροπυλένιο)	0.91	
PVC (πολυβινυλοχλωρίδιο)	1.36	

β) Εξηγήστε τι καταλαβαίνεται με τον όρο «Κηλίδες Απορριμμάτων» .

γ) Υπάρχουν πέντε Κηλίδες Απορριμμάτων: στον Βόρειο και τον Νότιο Ατλαντικό, στον Βόρειο και τον Νότιο Ειρηνικό και στον Ινδικό Ωκεανό. Σημειώστε τις θέσεις των πέντε Κηλίδων Απορριμμάτων στην παρακάτω εικόνα με ένα μπλε κύκλο και σημειώστε την κατεύθυνση των περιστροφών τους. [17]



Τα σκουπίδια στον ωκεανό θα αποσυντεθούν – είναι ζήτημα χρόνου

- 1) Κατατάξτε τα ακόλουθα προϊόντα με βάση τον ρυθμό αποσύνθεσης που υποθέτετε ότι έχουν από το πιο γρήγορο (1) στο πιο αργό (6) και κάντε μία πρόταση για τη διάρκεια της αποσύνθεσης σε μήνες ή χρόνια. Εισάγετε τις υποθέσεις σας στον ακόλουθο πίνακα!

Χαρτοπετσέτες, πετονιές, κουτάκια αλουμινίου, πλαστικές σακούλες, εφημερίδες, κόντρα πλακέ

- 2) Εισάγετε τους πραγματικούς ρυθμούς αποσύνθεσης. [7]



Ταξινομημένος χρόνος αποσύνθεσης από το πιο γρήγορο (1) στο πιο αργό (6)	Υποτιθέμενος χρόνος αποσύνθεσης σε εβδομάδες/χρόνια	Πραγματικός ρυθμός αποσύνθεσης σε χρόνια/εβδομάδες
1		
2		
3		
4		
5		
6		



Από τα μακροπλαστικά στα δευτερογενή μικροπλαστικά

Τα μακροπλαστικά γίνονται εύθραυστα όταν επιπλέουν στο νερό για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Εξηγήστε το φαινόμενο αυτό.

Δευτερεύοντα μικροπλαστικά αναπτύσσονται από την αποσύνθεση των εύθραυστων μακροπλαστικών. Ονομάστε δύο διεργασίες που οδηγούν στην αποσύνθεση των μακροπλαστικών:

α) _____ β) _____

Το μικροπλαστικά στον ωκεανό χωρίζονται σε πρωτογενή και δευτερογενή μικροπλαστικά. Εξηγήστε τη διαφορά.



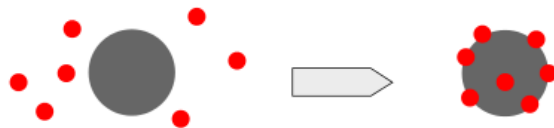
Επιπτώσεις του μικρο και μακρο πλαστικού στη θαλάσσια ζωή

Καταγράψτε τουλάχιστον τρεις κινδύνους για τη θαλάσσια ζωή που προέρχονται από τα μακροπλαστικά στους ωκεανούς:

- α) _____
- β) _____
- γ) _____

Παρόλο που τα μικροπλαστικά σωματίδια είναι πολύ μικρά, προκαλούν σοβαρό κίνδυνο στους θαλάσσιους οργανισμούς. Εξηγήστε αυτή τη δήλωση περιλαμβάνοντας στην εξήγησή σας και τις παρακάτω αναπαραστάσεις Α, Β και Γ.

Α:



Β:

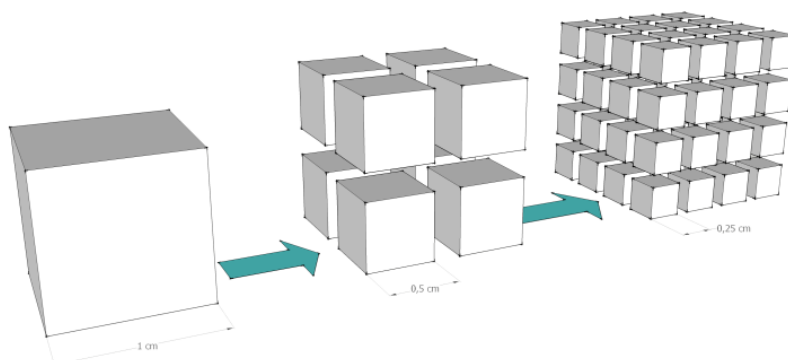


Γ:



Εξηγήστε γιατί τα πλαστικά σωματίδια και οι ρύποι τους που επιπλέουν στο νερό έλκονται μεταξύ τους, όπως ο μαγνήτης έλκει ρινίσματα σιδήρου.

Οι επιστήμονες υποθέτουν ότι μεγαλύτερος κίνδυνος προέρχεται από τα μικροπλαστικά σε σχέση με τα μακροπλαστικά. Σκεφτείτε τους λόγους για τους οποίους η υπόθεση αυτή θα μπορούσε να είναι σωστή. Λάβετε υπόψη σας την ακόλουθη εικόνα.



Οι φώκιες παρουσιάζουν μια σαφώς υψηλότερη ρύπανση στον ιστό τους από τα ψάρια. Βρείτε μια εξήγηση γι 'αυτό. [12]



**Πλαστικά απορρίμματα στους
ωκεανούς – Κίνδυνος και για τους
ανθρώπους;**

Μπορεί τα πλαστικά απορρίμματα στους ωκεανούς του κόσμου να αποτελούν κίνδυνο για τον άνθρωπο;

Ομαδική εργασία: Τα πλαστικά σε τοπικό επίπεδο

Ομάδα 1: Δοκιμή προϊόντων: Σε ποια καλλυντικά περιέχονται μικροπλαστικά;

Ένας μεγάλος αριθμός επιχειρήσεων έχει ξεκινήσει να χρησιμοποιεί απολεπιστικούς παράγοντες φυσικής προέλευσης αντί για μικροπλαστικά, γιατί όλο και περισσότερες μελέτες αποδεικνύουν ότι το μικροπλαστικό έχει αρνητικές επιπτώσεις για τους ζώντες οργανισμούς και το περιβάλλον. Μία από αυτές τις επιχειρήσεις είναι η Rossmann GmbH που είχε ως στόχο να βελτιστοποιήσει τα σχετικά καλλυντικά μέχρι το τέλος του 2014. «Μόνο απολεπιστικοί παράγοντες φυσικής προέλευσης θα χρησιμοποιούνται στα νέα προϊόντα. Αυτό περιλαμβάνει συνολικά εννέα προϊόντα (μάρκες Rival de Loop, Isana, και Synergen) που εξακολουθούν να περιέχουν πολυαιθυλένιο.» [19]

Πηγή: http://www.bund.net/themen_und_projekte/meeresschutz/muellkampagne/mikroplastik/erfolg/

(Call-up: 13.4.2015)

Ομαδική δραστηριότητα:

- [1] Πηγαίνετε σε ένα κατάστημα Rossmann στην περιοχή σας και επιλέξτε διαφορετικά προϊόντα τα οποία πιστεύετε ότι περιέχουν μικροπλαστικό.
- [2] Σκεφτείτε πώς μπορείτε να ελέγξετε πειραματικά με ένα φίλτρο τσαγιού και νερό εάν τα προϊόντα έχουν όντως βελτιστοποιηθεί. Πριν τη διεξαγωγή των πειραμάτων, συζητήστε τις ιδέες σας με τον εκπαιδευτικό σας.
- [3] Κοιτάξτε τις ετικέτες και αναζητήστε το περιεχόμενο «πολυαιθυλένιο». Αυτά είναι μικρές χάντρες μικροπλαστικού. Συγκρίνετε τα πειραματικά αποτελέσματά σας με τις ετικέτες.
- [4] Προετοιμαστείτε ώστε να μπορέσετε να παρουσιάσετε τα αποτελέσματα στους συμμαθητές σας.

Ομάδα 2 : Μικροπλαστικά στα καλλυντικά: τι κάνει η πολιτική;

Η Συμμαχία 90/Οι Πράσινοι θέλουν να αποφύγουν την απελευθέρωση μικροπλαστικών σωματιδίων από τα καλλυντικά και επικοινωνούν με την Ομοσπονδιακή Κυβέρνηση στις 14.01.2015. [1]

Ομαδική δραστηριότητα:

- [1] Ψάξτε στο διαδίκτυο τι ζητάνε οι Πράσινοι στην αίτησή τους (18/3734) και πώς αιτιολογούν τις απαιτήσεις τους.

[2] Προετοιμαστείτε ώστε να μπορείτε να παρουσιάσετε τα αποτελέσματα στους συμμαθητές σας.

Ομάδα 3: Μικροπλαστικά στα λύματα: Πολύ μικρά για τα συστήματα φίλτρων της μονάδας επεξεργασίας λυμάτων που είναι εγκατεστημένη στο Κίελο;

Ομαδική εργασία:

- [1] Αναζητήστε στο διαδίκτυο εάν οι μονάδες επεξεργασίας είναι γενικά ικανές να απομακρύνουν τα μικροπλαστικά από τα λύματα.
- [2] Προετοιμάστε μία συνέντευξη για να λάβετε περισσότερες πληροφορίες για την εγκατεστημένη στο Κίελο μονάδα επεξεργασίας λυμάτων. Ζητήστε από τον εκπαιδευτικό σας να στείλει τις ερωτήσεις σας σε έναν υπάλληλο της μονάδας επεξεργασίας λυμάτων.
- [3] Προετοιμαστείτε ώστε να μπορείτε να παρουσιάσετε τα αποτελέσματα στους συμμαθητές σας.

Ομάδα 4: Καλοκαίρι, ήλιος, παραλίες και πλαστικά: Πόσο βαριά είναι η ρύπανση της άμμου από μικροπλαστικά στις παραλίες του Κιέλου;

Ομαδική εργασία:

- [1] Αναζητήστε το “Google Scholar” στο Google. Μέσω αυτής της πλατφόρμας αναζήτησης θα βρείτε επιστημονικά άρθρα για διάφορα θέματα.
- [2] Αναζητήστε το ακόλουθο άρθρο: Μακρο και μικρο απορρίμματα στη Βόρεια Θάλασσα της Κάτω Σαξονίας, του Gerd Liebezeit. [6] Διαβάστε το υλικό και τη μέθοδο και μάθετε πώς οι επιστήμονες έχουν χωρίσει τα μικροπλαστικά σωματίδια και την άμμο. Συζητήστε με τον εκπαιδευτικό σας πώς θα κάνετε την εξέταση στο σχολείο.
- [3] Ελέγξτε πειραματικά εάν η άμμος των παραλιών στο Κίελο έχει μολυνθεί από μικροπλαστικά:
 - α) Κάντε τη δοκιμή αρχικά με το δείγμα άμμου Α (περιέχει πολλά μικροπλαστικά)
 - β) Κάντε τη δοκιμή με άμμο από διαφορετικές παραλίες στο Κίελο
- [4] Προετοιμαστείτε ώστε να μπορείτε να παρουσιάσετε τα αποτελέσματα στους συμμαθητές σας. Επιπροσθέτως, περιγράψτε τη διαδικασία αναζήτησης στο διαδίκτυο.

Ομάδα 5: Καλοκαίρι, ήλιος, παραλίες και πλαστικά: Πόσο βαριά είναι η ρύπανση του νερού από μικροπλαστικά στα φιόρδ του Κιέλου;

Ομαδική εργασία:

- [1] Αναζητήστε το “Google Scholar” στο Google. Μέσω αυτής της πλατφόρμας αναζήτησης θα βρείτε επιστημονικά άρθρα για διάφορα θέματα.
- [2] Αναζητήστε το ακόλουθο άρθρο: Μακρο και μικρο απορρίμματα στη Βόρεια Θάλασσα της Κάτω Σαξονίας, του Gerd Liebezeit. [6] Διαβάστε το υλικό και τη μέθοδο και μάθετε πώς οι επιστήμονες έχουν χωρίσει τα μικροπλαστικά σωματίδια και τα δείγματα νερού. Συζητήστε με τον εκπαιδευτικό σας πώς θα κάνετε την εξέταση στο σχολείο.
- [3] Ελέγξτε πειραματικά εάν το νερό των φιόρδ στο Κίελο έχει μολυνθεί από μικροπλαστικά:
 - α) Κάντε τη δοκιμή αρχικά με το δείγμα νερού Α (περιέχει πολλά μικροπλαστικά)
 - β) Κάντε τη δοκιμή με νερό από διαφορετικά φιορδ στο Κίελο
- [4] Προετοιμαστείτε ώστε να μπορείτε να παρουσιάσετε τα αποτελέσματα στους συμμαθητές σας. Επιπροσθέτως, περιγράψτε τη διαδικασία αναζήτησης στο διαδίκτυο.

Μικροπλαστικά – Κίνδυνος για τη θαλάσσια ζωή;

Ομαδική δραστηριότητα:

- [1] Αναζητήστε το “Google Scholar” στο Google. Μέσω αυτής της πλατφόρμας αναζήτησης θα βρείτε επιστημονικά άρθρα για διάφορα θέματα.
- [2] Αναζητήστε το ακόλουθο άρθρο: Μικροπλαστικό – ένας αόρατος δημιουργός προβλημάτων, από την Καθ. Dr. Patricia Holm. [6] Τι πρόβλημα προκύπτει διαβάζοντας το άρθρο αυτό; Ζητήστε τη βοήθεια του εκπαιδευτικού.
- [3] Προετοιμαστείτε ώστε να μπορέσετε να παρουσιάσετε τα αποτελέσματα στους συμμαθητές σας. Περιγράψτε τα προβλήματα που δημιουργήθηκαν διαβάζοντας αυτό το άρθρο.

Υπεύθυνη Έρευνα και Καινοτομία

**Θα έπρεπε να είναι απαγορευμένη η χρήση του μικροπλαστικού
στα καλλυντικά;**

Ρόλος: Πολιτικός (Εκπρόσωπος της Συμμαχίας 90 / Οι Πράσινοι)

Εργασία:

- ❖ Προσπαθήστε να καταλάβετε τον ρόλο που δόθηκε και σκεφτείτε τι θα υποστήριζε το άτομο αυτό.
- ❖ Σημειώστε τις εκτιμήσεις σας στην κάρτα ρόλου.

**Θα έπρεπε να είναι απαγορευμένη η χρήση του μικροπλαστικού
στα καλλυντικά;**

Ρόλος: Βιομηχανία πλαστικού (αφεντικό σε μία βιομηχανία πλαστικού)

Εργασία:

- ❖ Προσπαθήστε να καταλάβετε τον ρόλο που δόθηκε και σκεφτείτε τι θα υποστήριζε το άτομο αυτό.
- ❖ Σημειώστε τις εκτιμήσεις σας στην κάρτα ρόλου.

**Θα έπρεπε να είναι απαγορευμένη η χρήση του μικροπλαστικού
στα καλλυντικά;**

Ρόλος: χημική βιομηχανία(αφεντικό σε μία χημική βιομηχανία που εναλλακτικά παράγει
απολεπιστικά πρόσθετα)

Εργασία:

- ❖ Προσπαθήστε να καταλάβετε τον ρόλο που δόθηκε και σκεφτείτε τι θα υποστήριζε το άτομο αυτό.
- ❖ Σημειώστε τις εκτιμήσεις σας στην κάρτα ρόλου.

**Θα έπρεπε να είναι απαγορευμένη η χρήση του μικροπλαστικού
στα καλλυντικά;**

Ρόλος: Ερευνητής (βιολόγος που εξετάζει νεκρά πουλιά και ερευνά για πλαστικό εδώ και χρόνια)

Εργασία:

- ❖ Προσπαθήστε να καταλάβετε τον ρόλο που δόθηκε και σκεφτείτε τι θα υποστήριζε το άτομο αυτό.
- ❖ Σημειώστε τις εκτιμήσεις σας στην κάρτα ρόλου.

**Θα έπρεπε να είναι απαγορευμένη η χρήση του μικροπλαστικού
στα καλλυντικά;**

Ρόλος: Ερευνητής (χημικός ο οποίος ασχολείται με τους ρύπους στον ωκεανό)

Εργασία:

- ❖ Προσπαθήστε να καταλάβετε τον ρόλο που δόθηκε και σκεφτείτε τι θα υποστήριζε το άτομο αυτό.
- ❖ Σημειώστε τις εκτιμήσεις σας στην κάρτα ρόλου.

**Θα έπρεπε να είναι απαγορευμένη η χρήση του μικροπλαστικού
στα καλλυντικά;**

Ρόλος: Ερευνητής (αναλυτής νερού μίας μονάδας επεξεργασίας λυμάτων)

Εργασία:

- ❖ Προσπαθήστε να καταλάβετε τον ρόλο που δόθηκε και σκεφτείτε τι θα υποστήριζε το άτομο αυτό.
- ❖ Σημειώστε τις εκτιμήσεις σας στην κάρτα ρόλου.

**Θα έπρεπε να είναι απαγορευμένη η χρήση του μικροπλαστικού
στα καλλυντικά;**

Ρόλος: Πολίτης (προσωπική άποψη)

Εργασία:

- ❖ Προσπαθήστε να καταλάβετε τον ρόλο που δόθηκε και σκεφτείτε τι θα υποστήριζε το άτομο αυτό.
- ❖ Σημειώστε τις εκτιμήσεις σας στην κάρτα ρόλου.

3

Πηγές

Πηγές

- [1] <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/18/037/1803734.pdf> (retrieved: 06.06.1015).
- [2] <http://www.plasticseurope.de/informationszentrum/publikationen.aspx?tag=11178> (retrieved: 16.06.2015).
- [3] http://www.plasticseurope.org/documents/document/20131018104201-plastics_the_facts_2013.pdf (retrieved: 31.01.2015).
- [4] Ludwig, J.: Breaking mad. IN: flutter. Herbst 2014/Nr.52.
- [5] AMAP: The Arctic Dilemma (2002): Indigenous peoples of the Arctic, diet and long-range transport of contaminants, <https://vimeo.com/55622467> (retrieved: 31.01.2015).
- [6] Liebezeit, G.: Makro- und Mikromüll im Niedersächsischen Wattenmeer. In: Wasser und Abfall 6/2011.
- [7] <http://worldoceanreview.com/wor-1/verschmutzung/muell/> (retrieved: 20.02.2015).
- [8] Lenz, M.: Plastikmüll im Meer. In: Ga&S, Heft 210/36. Jahrgang/2014.
- [9] Litz, C. Alles ist drin. In: flutter. Plastik, Herbst 2014, Heft Nr. 52.
- [10] http://de.wikipedia.org/wiki/Polychlorierte_Biphenyle (retrieved: 06.06.1015).
- [11] http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw_53_polychlorierte_biphenyle_pcb.pdf (retrieved: 03.02.2015).
- [12] <http://worldoceanreview.com/wor-1/verschmutzung/organische-schadstoffe/> (retrieved: 03.03.2015).
- [13] <http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/pottwal-aus-dem-mittelmeer-verendet-an-plastikmuell-a-887845.html> (retrieved: 06.06.2015).
- [14] Holm, P., Schulz, G., Athanasopulu, K.: Mikroplastik – ein unsichtbarer Störenfried. In: Biologie in unserer Zeit, 1/2013 (43).
- [15] <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/74/Corrientes-oceanicas.svg/1280px-Corrientes-oceanicas.svg.png> (retrieved: 16.06.2015).
- [16] http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/64/North_Pacific_Gyre_World_Map.png (retrieved: 15.01.2015).
- [17] http://pixabay.com/p-146505/?no_redirect (retrieved: 16.06.2015).
- [18] <http://www.hug-technik.com/inhalt/ta/kunststoff.html> (retrieved: 15.02.2015).
- [19] http://www.bund.net/themen_und_projekte/meeresschutz/muellkampagne/mikroplastik/erfolg/ (retrieved: 13.04.2015).