



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Χημεία Περιβάλλοντος

Ενότητα 2: Ρύπανση Υδάτων

Εμμανουήλ Δασενάκης

Σχολή Θετικών Επιστημών

Τμήμα Χημείας

Εργαστήριο Χημείας Περιβάλλοντος



ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ
6/5/2015 Κ. Σακελλάρη

*Ως **απορρίμματα** ορίζονται όλα τα στερεά υλικά ανθρώπινης κατασκευής που έχουν απορριφθεί εσκεμμένα ή κατόπιν ατυχήματος στο περιβάλλον. Ως θαλάσσια απορρίμματα χαρακτηρίζονται εκείνα που καταλήγουν στο θαλάσσιο περιβάλλον.*

ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

- ◆ *Πλήθος οδηγιών και αποφάσεων του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου, μετά το 2000*
- ◆ *Οδηγία 'Περί στερεών αποβλήτων' 2006/12/ΕΚ (τροποποίηση της πρώτης οδηγίας πλαίσιο 75/442/ΕΚ)*
 - Ορισμός αποβλήτου, ανάκτησης, διάθεσης
 - Θέσπιση υποχρεώσεων οργανισμού ή επιχείρησης να διαθέτει άδεια διαχείρισης αποβλήτων
 - Θέσπιση υποχρεώσεων κρατών μελών να καταρτίζουν σχέδια διαχείρισης αποβλήτων
 - Θέσπιση υποχρεώσεων για διαχείριση αποβλήτων χωρίς αρνητικές επιπτώσεις
 - Ιεράρχηση αποβλήτων
 - Κάλυψη κόστους διάθεσης αποβλήτων «ο ρυπαίνων πληρώνει»

ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΕΣ ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΤΗΣ ΕΕ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

- ◆ *Εναρμονισμένος κατάλογος αποβλήτων (Αποφάσεις 2000/532/ΕΚ, 2001/118/ΕΚ)*
- ◆ *Συστηματική αναφορά σε βάσεις δεδομένων, εκθέσεις κλπ (εφαρμογή Οδηγίας 91/692/ΕΟΚ, μέσω αποφάσεων 94/741/ΕΚ, 97/622/ΕΚ)*
- ◆ *Γνωστοποίηση στοιχείων σχετικά με τα επικίνδυνα απόβλητα (αποφάσεις 96/302/ΕΚ, 98/184/ΕΚ)*
- ◆ *Μεταφορά αποβλήτων εντός κι εκτός ΕΕ (απόφαση 1999/412/ΕΚ)*
- ◆ *Ταφή αποβλήτων (απόφαση 2000/738/ΕΚ)*
- ◆ *Ειδικές κατηγορίες αποβλήτων π.χ. υλικά συσκευασίας (απόφαση 1997/138/ΕΚ)*
- ◆ *Αυτοκίνητα εκτός κύκλου ζωής (απόφαση 2001/753/ΕΚ)*
- ◆ *Στατιστικά στοιχεία αποβλήτων: παραγωγή, ανάκτηση, διάθεση, μεταφορά αποβλήτων (κανονισμός 2150/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου)*

ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

(Οργανισμός για την Οικονομική Συνεργασία και Ανάπτυξη – ΟΟΣΑ)

- ◆ **Αστικά απόβλητα ή απορρίμματα** (συλλογή και επεξεργασία από τις Δημοτικές Αρχές) απόβλητα κατοικιών (σύμμεικτα ή διαχωρισμένα), εμπορικών καταστημάτων, μικρών επιχειρήσεων, γραφείων, κλαδέματα κήπων και δημοσίων πάρκων, δημοτικοί κάδοι απορριμμάτων και καθάρισμα δρόμων, καθαρισμός δημοσίων αγορών
- ◆ **Επικίνδυνα απόβλητα** από βιομηχανικές δραστηριότητες (χρήση χημικών ουσιών). Η μη σωστή διαχείρισή τους οδηγεί σε ρύπανση και σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις
- ◆ **Πυρηνικά (ραδιενεργά) απόβλητα** από την παραγωγή πυρηνικών καυσίμων (εξόρυξη ουρανίου, θραύση και εμπλουτισμός καυσίμων, λειτουργία αντιδραστήρων, επεξεργασία χρησιμοποιημένου καυσίμου), την απορρύπανση και αδρανοποίηση πυρηνικών εγκαταστάσεων, τη χρήση ισοτόπων σε ιατρικές έρευνες

ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

◆ Τα απόβλητα στο σύνολό τους χαρακτηρίζονται από κάποιο βαθμό επικινδυνότητας.

◆ Για να χαρακτηριστεί ένα απόβλητο **επικίνδυνο** πρέπει να έχει ένα τουλάχιστον από τα εξής χαρακτηριστικά:

Εύφλεκτο: Μπορεί να προκαλέσει φωτιές κάτω από ορισμένες συνθήκες ή και αυτόματα (αυτανάφλεξη), π.χ. πετρέλαιο και διαλύτες

Δραστικό: Ασταθές κάτω από κανονικές συνθήκες. Μπορεί να προκαλέσει εκρήξεις, ατμούς ή τοξικά αέρια κατά την ανάμιξή του με νερό, π.χ. μπαταρίες Li-S, εκρηκτικά

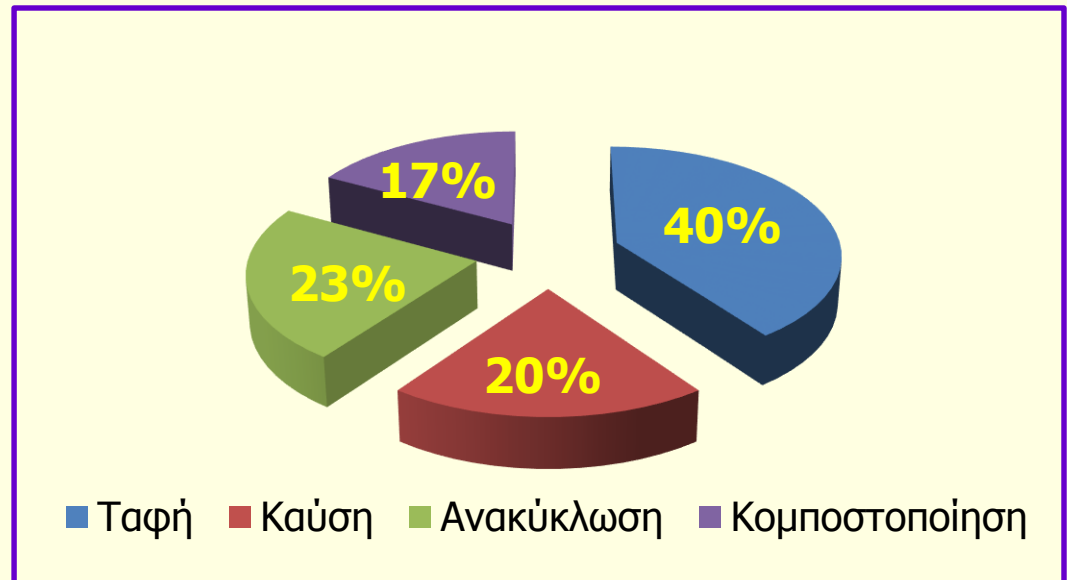
Διαβρωτικό: Οξέα και βάσεις ικανά να διαβρώσουν μέταλλα, π.χ. υγρά μπαταριών

Τοξικό: Επιβλαβές ή θανατηφόρο σε περίπτωση απορρόφησης από τους οργανισμούς. Η διάθεσή του στο έδαφος οδηγεί σε ρύπανση των υπογείων νερών

Ετήσια Παραγωγή Αποβλήτων στην ΕΕ

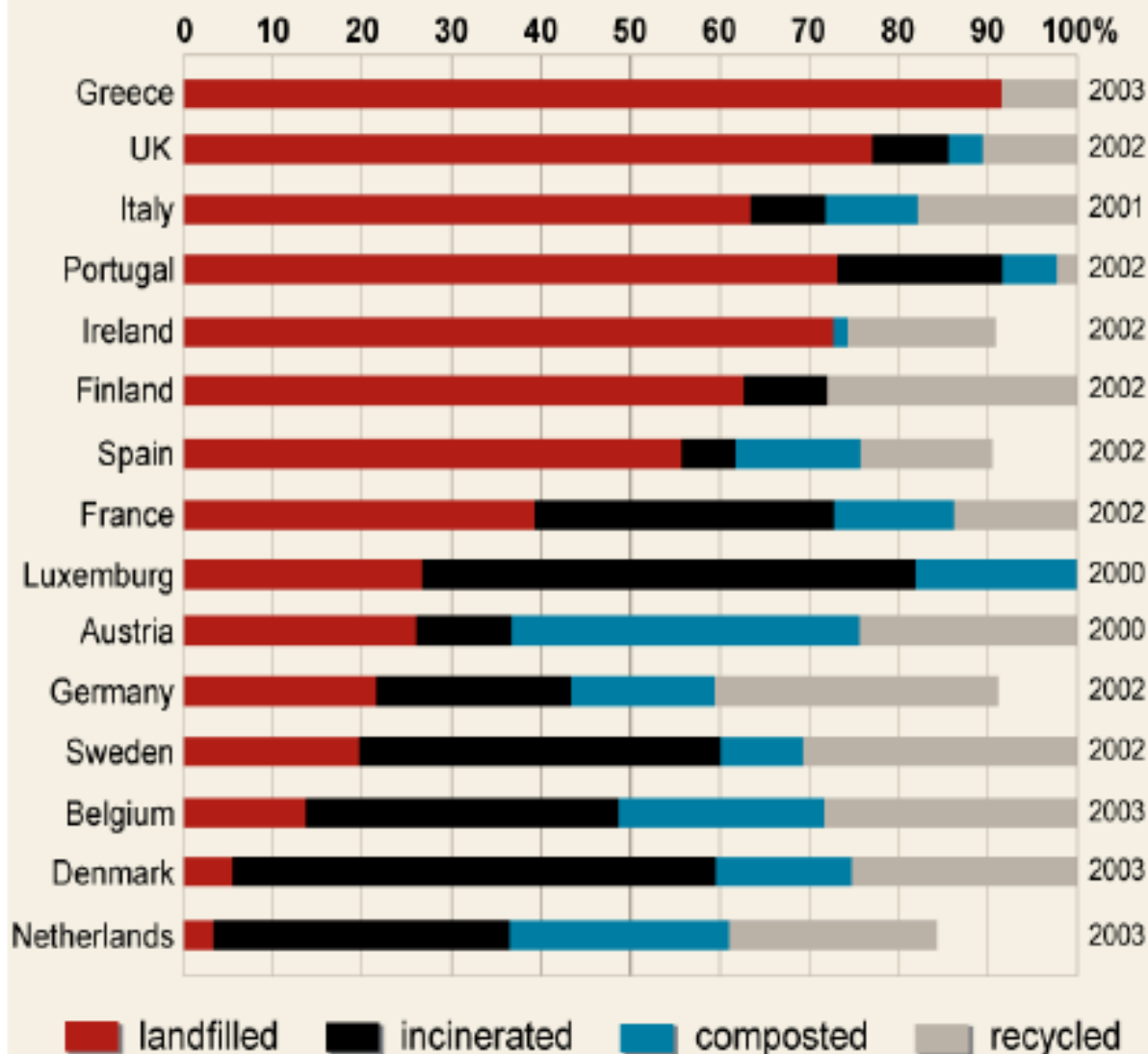
• Οικιακά	241 x 10 ⁶ τον.
• Βιομηχανικά	427 »
• Κατασκευές	510 »
• Ενέργεια - Δραστ. Νερού	127 »
<u>ΣΥΝΟΛΟ</u>	1.3 x 10 ⁹ τον.
• Επικίνδυνα	58 x 10 ⁶ τον.

Μέση παραγωγή: 524 kg ανά κάτοικο



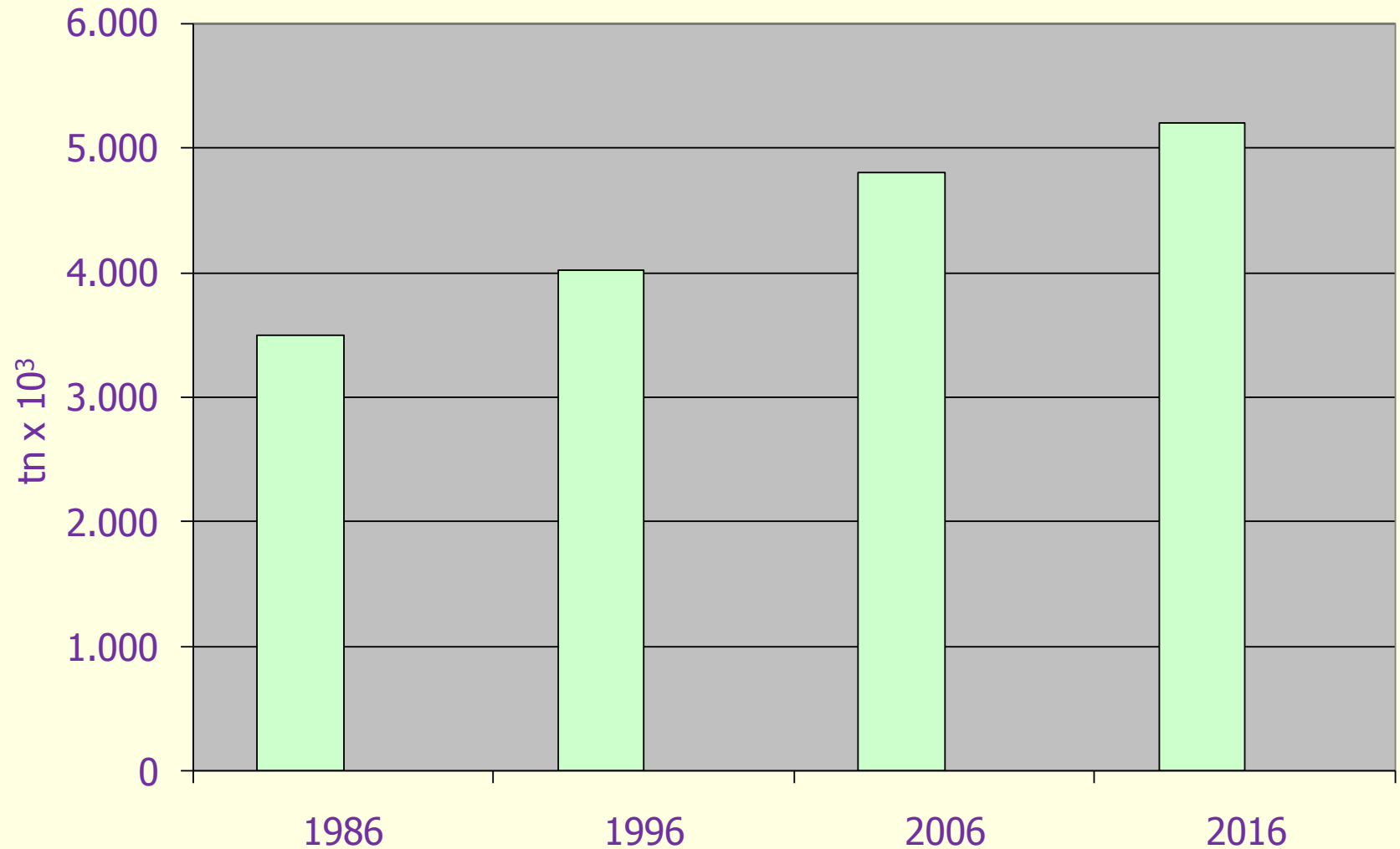
Waste management choices in Europe

in percentage of municipal waste generated

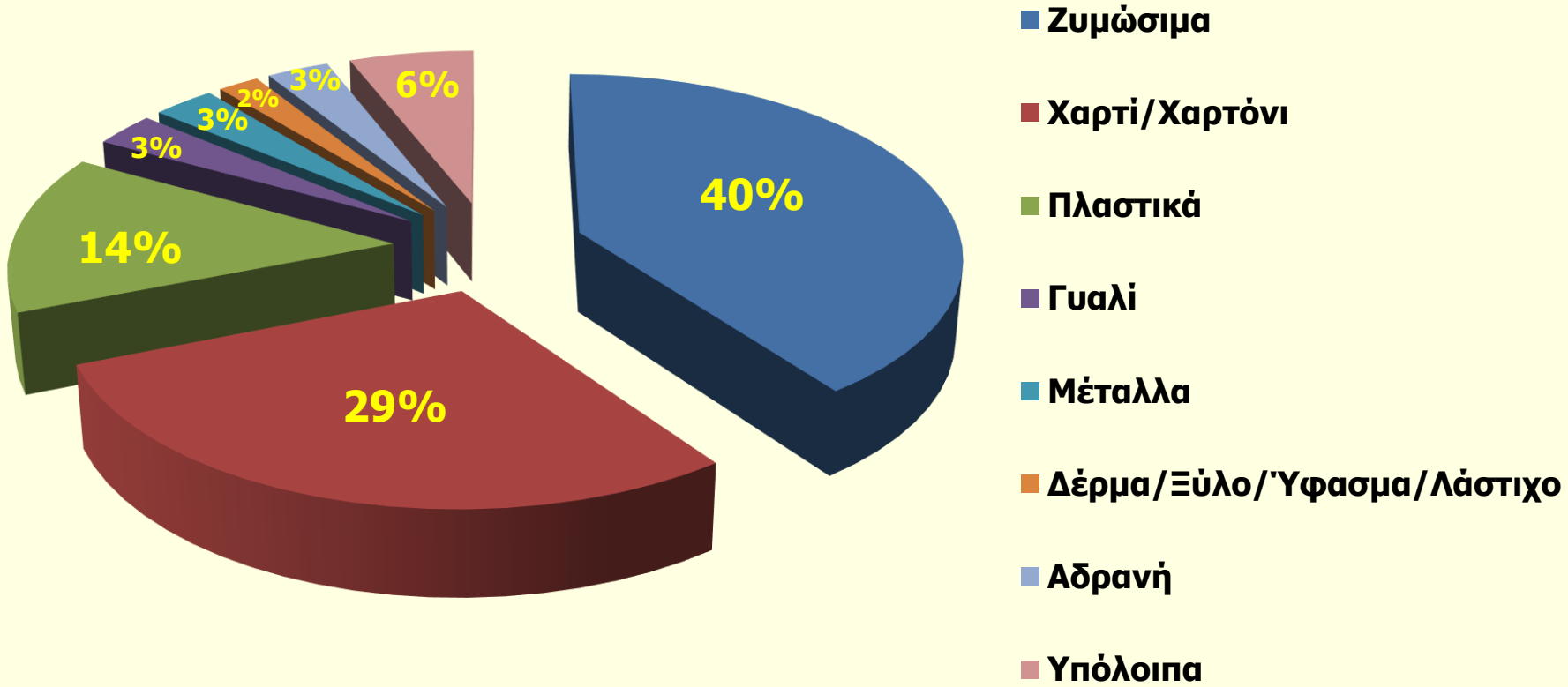


Source: European Topic Centre on Resource and Waste Management, 2006;
OECD Environmental Data 2004.

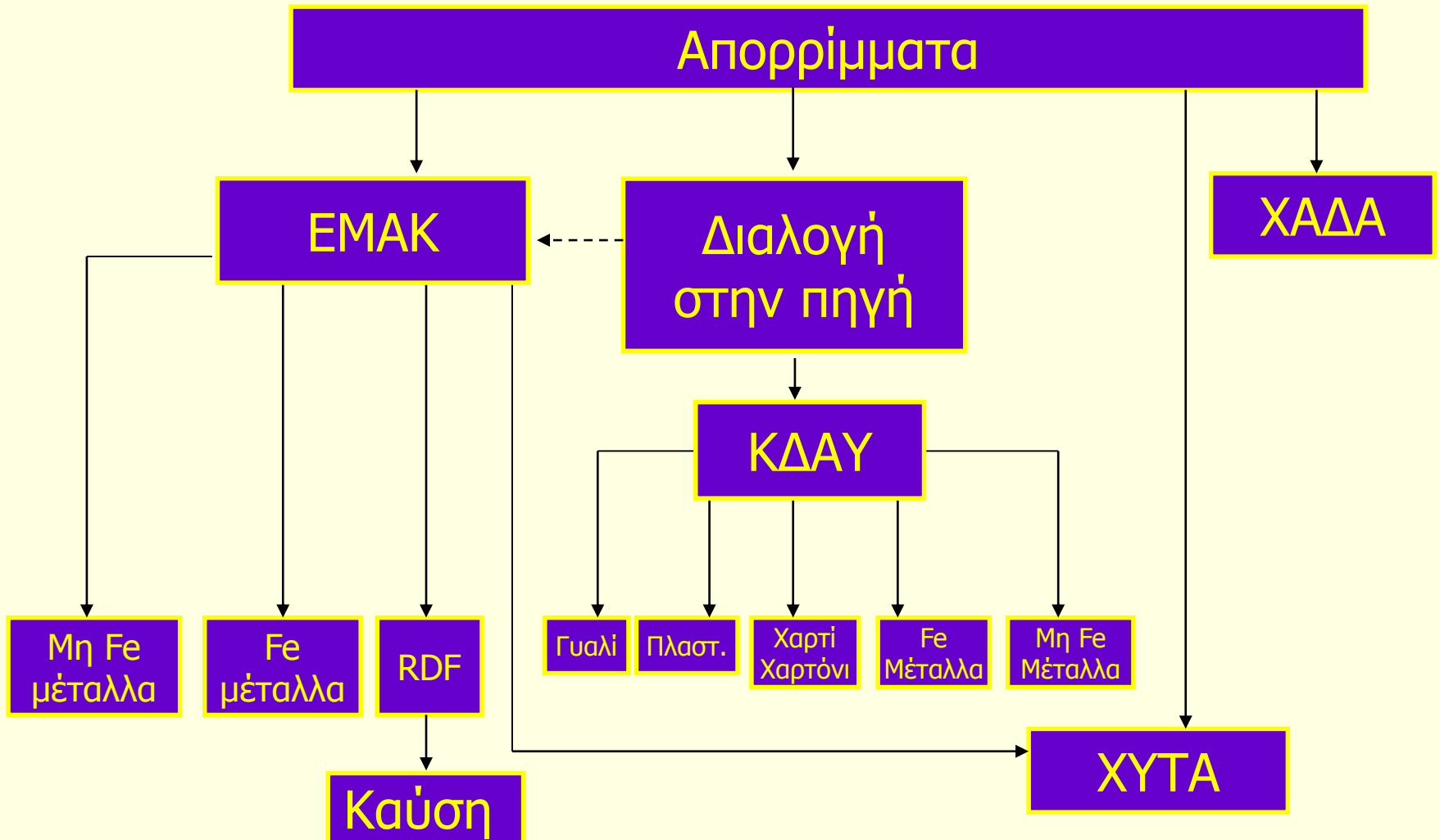
Εκτίμηση Παραγωγής Απορριμμάτων στην Ελλάδα



Εκτίμηση της σύνθεσης των απορριμμάτων στην Ελλάδα



Διάθεση των απορριμμάτων στην Ελλάδα



ΧΥΤΑ: Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων

- ◆ **Γήρανση:** Φαινόμενα που λαμβάνουν χώρα στο εναποτιθέμενο υλικό, τα οποία σε κανονικές συνθήκες υγρασίας δεν επηρεάζονται από συνθήκες που επικρατούν στην επιφάνεια. Αερόβια διεργασία βιολογικής αποσύνθεσης και μετατροπής της οργανικής ύλης σε οργανικό υλικό (χούμους), με παράλληλη ορυκτοποίηση και μετατροπή των υδροξειδίων των μετάλλων σε σουλφίδια, ανθρακικά, πυριτικά και φωσφορικά άλατα.
- ◆ **Αποσάθρωση:** Διάβρωση του υλικού και σχηματισμός πολλών ευδιάλυτων ουσιών, αλληλεπίδραση με τη γήρανση.
Φυσική αποσάθρωση: Οφείλεται στο O_2 και το CO_2 , μειώνει το pH και προκαλεί διαλυτοποίηση στερεών λόγω ανθρακικού οξέος και οξείδωση.
Βιολογική αποσάθρωση: Οξείδωση οργανικών ενώσεων προς CO_2 και των οργανικών αζωτούχων ενώσεων σε οργανικές θειούχες.
- ◆ **Στραγγίσματα:** Ευδιάλυτες ουσίες που σχηματίζονται κατά τη γήρανση και την αποσάθρωση. Οι ποσότητές τους εξαρτώνται από τη διεισδυτικότητα του νερού και η δημιουργία τους ευνοείται από υποστρώματα μεγάλου ύψους.

Συνολικά Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα ΧΥΤΑ

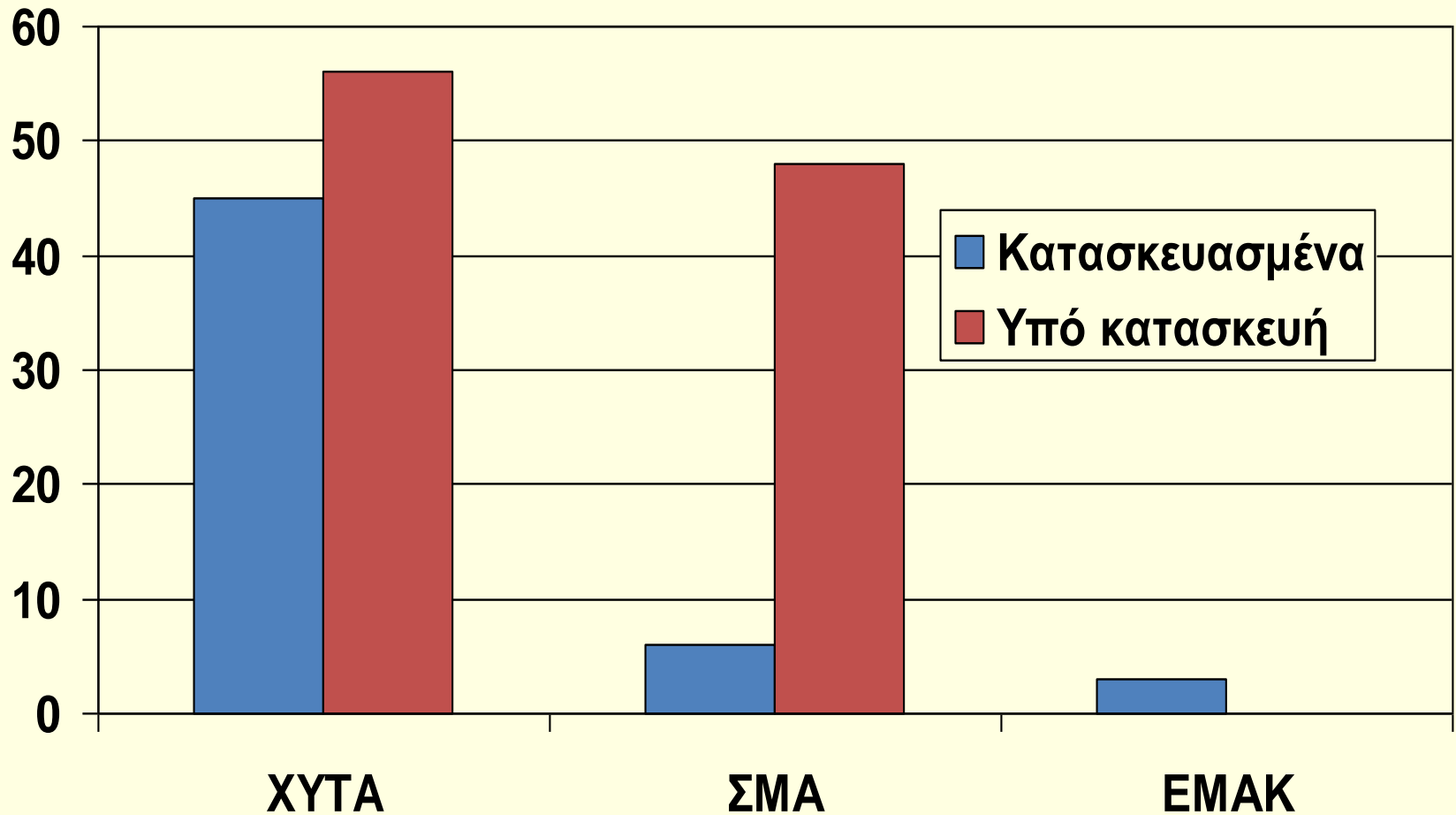
ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Σχετικά απλή τεχνολογία
- Παραγωγή βιοαερίου
- Επαναχρησιμοποίηση χώρου μετά την πλήρωση
- Χαμηλό κόστος κατασκευής

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Παραγωγή CH_4 (εφόσον δεν καίγεται το βιοαέριο)
- Παραγωγή CO_2 (εφόσον καίγεται το βιοαέριο)
- Δυσχέρεια στην εύρεση χώρων ταφής απορριμμάτων
- Σχετικά υψηλό κόστος μεταφοράς των απορριμμάτων
- Κίνδυνος διαφυγής ρύπων
- Κατάληψη μεγάλης έκτασης γης
- Κοινωνικές επιπτώσεις
- Μεγάλος όγκος απορριμμάτων
- Υψηλό κόστος λειτουργίας

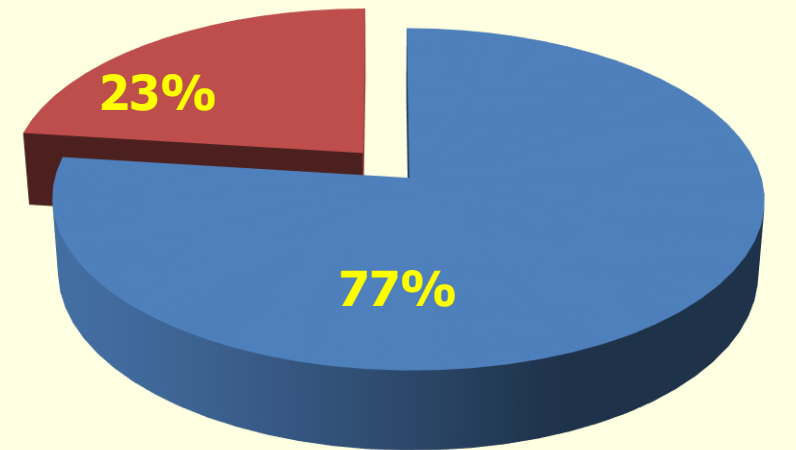
Έργα διαχείρισης απορριμμάτων στην Ελλάδα



Διαχείριση αστικών απορριμμάτων (ΑΣΑ) στην Ελλάδα



ΣΥΝΕΡΓΕΙΑ – WTERT (www.wtert.gr)



■ ΧΥΤΑ ■ Ανακύκλωση & Κομποστοποίηση

Διαχείριση Αποβλήτων στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα υπάρχουν **5 Μονάδες Μηχανικής & Βιολογικής Επεξεργασίας Αποβλήτων:**

1. Άνω Λιόσια (Αθήνα)
2. Χανιά
3. Ηράκλειο
4. Κεφαλονιά
5. Καλαμάτα



Διαχείριση Αποβλήτων στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα όμως ...
ακόμα λειτουργούν περίπου 200 παράνομες χωματερές!



Διαχείριση Αποβλήτων στην Ελλάδα

- ➔ Η ανακύκλωση στην Ελλάδα βασίζεται στα σημεία συλλογής των μπλε κάδων, ιδιαίτερα στις μεγάλες πόλεις.
- ➔ Τα συλλεγμένα υλικά συσκευασιών διαχωρίζονται στα κέντρα διαλογής ανακυκλώσιμων υλικών (ΚΔΑΥ) και οδηγούνται στην ανακύκλωση.





**Laboratory of
Environmental Chemistry
National and Kapodistrian
University of Athens**



**Institute for Waste
Management and
Contaminated Site
Treatment**



**Agricultural University of
Athens**

**Project
Composition and physicochemical properties of MSW of Attica
2006-2008.**

Scientific team:

***Scoullos M., Siskos P., Skordilis A., Ziogas H., Bilitewski, B., Zeri C., Nectarios P.
Giannopoulou K., Mavroudeas S., Argyropoulos I., Tsiolis P., Sakellari E.***

Supported by:

Association of Communities and Municipalities in the Attica Region (ACMAR)

Εργοστάσιο Μηχανικής Ανακύκλωσης και Κομποστοποίησης Άνω Λιοσίων / ΕΜΑΚ

Δυνατότητα επεξεργασίας 1000-1200 tn στερεών αστικών αποβλήτων ανά ημέρα ~ 20% των αστικών αποβλήτων που παράγονται στην Αττική



Προϊόντα Εργοστασίου Μηχανικής Ανακύκλωσης και Κομποστοποίησης Άνω Λιοσίων / ΕΜΑΚ

Μαγνητικός διαχωρισμός
σιδηρούχων μετάλλων



Ανακτημένος και
συμπιεσμένος σίδηρος



Ανακτημένο και
συμπιεσμένο αλουμίνιο



RDF (προσμίξεις <1.5%)



Προϊόντα Εργοστασίου Μηχανικής Ανακύκλωσης και Κομποστοποίησης Άνω Λιοσίων / ΕΜΑΚ

Ανάκτηση οργανικού κλάσματος = ~100%



Ποιοτικά χαρακτηριστικά κόμποστ που έχει παραχθεί μετά από 9 εβδομάδες βιολογικής επεξεργασίας

Impurities %	Moisture %	pH	Organic matter %	C/N
1.95	38	7.8	63.5	18



Ιεραρχία Αειφόρου Διαχείρισης Απορριμμάτων



Θερμική Επεξεργασία Απορριμμάτων στην Ευρώπη

- Σήμερα στην Ευρώπη λειτουργούν 432 μονάδες WTE & 800 παγκοσμίως
- Το 2008 στην Ευρώπη αποτεφρώθηκαν 70 εκατ. τόνοι απορριμμάτων
- Υποκαταστάθηκαν 7-38 εκατ. τόνοι ορυκτών καυσίμων & 17-35 εκατ. τόνοι CO₂
- Παρήχθησαν 28 εκατ. MWh ηλεκτρικής ενέργειας για 13 εκατ. κατοίκους
- Παρήχθησαν 69 εκατ. MWh θερμικής ενέργειας για 12 εκατ. κατοίκους



Μονάδες Ενεργειακής Αξιοποίησης Αποβλήτων στην ΕΕ

Waste-to-Energy in Europe in 2008

- Waste-to-Energy Plants operating in Europe (not including hazardous waste incineration plants)
- Waste thermally treated in Waste-to-Energy Plants in million tonnes



Μείωση μάζας & όγκου απορριμμάτων μέσω καύσης

Με την καύση των απορριμμάτων η μάζα τους μειώνεται κατά 75-80% και ο όγκος κατά 90%, με αποτέλεσμα μικρότερο υπόλειμμα προς διάθεση, ενώ ανακτώνται και τα περιεχόμενα μέταλλα.



Παράγονται όμως: CO₂, CO, H₂S, SO₂, SO₃, HCl, NO, NO₂, διοξίνες, υδρογονάνθρακες, καπνός, σκόνη, βαρέα μέταλλα

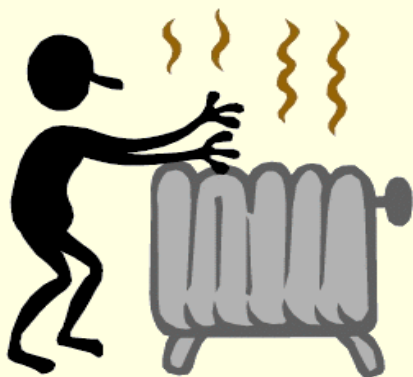
Παραγωγή ενέργειας μέσω Θερμικής Επεξεργασίας

Με την καύση 1 τόνου απορριμμάτων εξοικονομείται 1 τόνος ελληνικού λιγνίτη

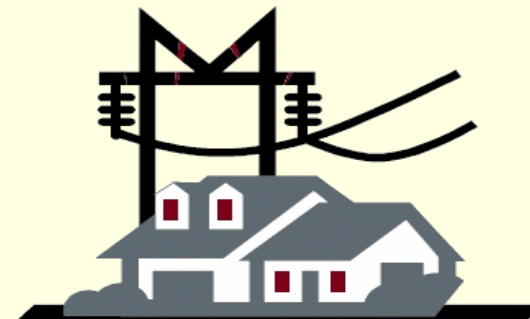
1 ΤΟΝΟΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ



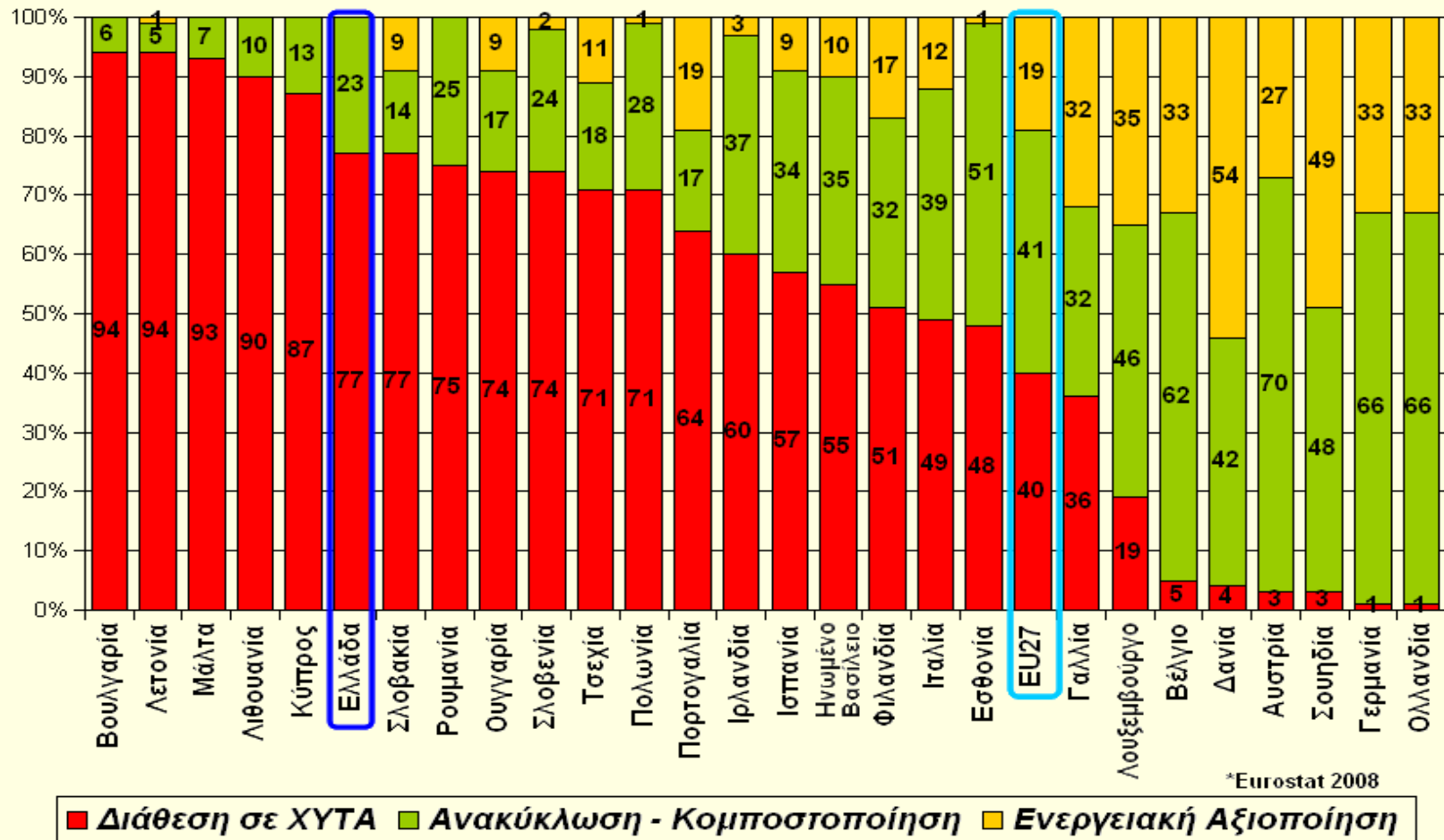
2 MWh ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



650 kWh ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



Θερμική Επεξεργασία & Ανακύκλωση



Στην Ε.Ε. η ανακύκλωση συνδυάζεται άριστα με τη θερμική επεξεργασία απορριμμάτων, ενώ σε χώρες όπου οι ΧΥΤΑ παραμένουν κυρίαρχη τεχνολογία, η ανακύκλωση και η θερμική επεξεργασία απουσιάζουν σε μεγάλο βαθμό

Συνολικά Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα Καύσης

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Μείωση του βάρους των Στερεών Απορριμμάτων κατά 75-80% και του όγκου κατά 90%
- Πλήρης απουσία παθογόνων παραγόντων στα προϊόντα λόγω των υψηλών θερμοκρασιών
- Απαιτήση μικρών εκτάσεων για εγκαταστάσεις
- Δυνατότητα παραγωγής ενέργειας 500 -750 KWh/ton
- Ανάκτηση μετάλλων από την τέφρα πυθμένα για ανακύκλωση
- Ταχύτητα & χαμηλό κόστος λειτουργίας

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Ελαφρώς αυξημένο Κόστος Κατασκευής (Αντιρρυπαντικές Τεχνολογίες) σε σύγκριση με Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων
- Απαιτήση αυξημένων πληθυσμών (εφαρμογή σε μεγάλες πόλεις πληθυσμού άνω των 200,000 κατοίκων ώστε να προκύπτει βιωσιμότητα)
- Κίνδυνος διαφυγής τοξικών αερίων
- Παραγωγή CO₂

Θαλάσσια Απορρίμματα (Marine Litter)

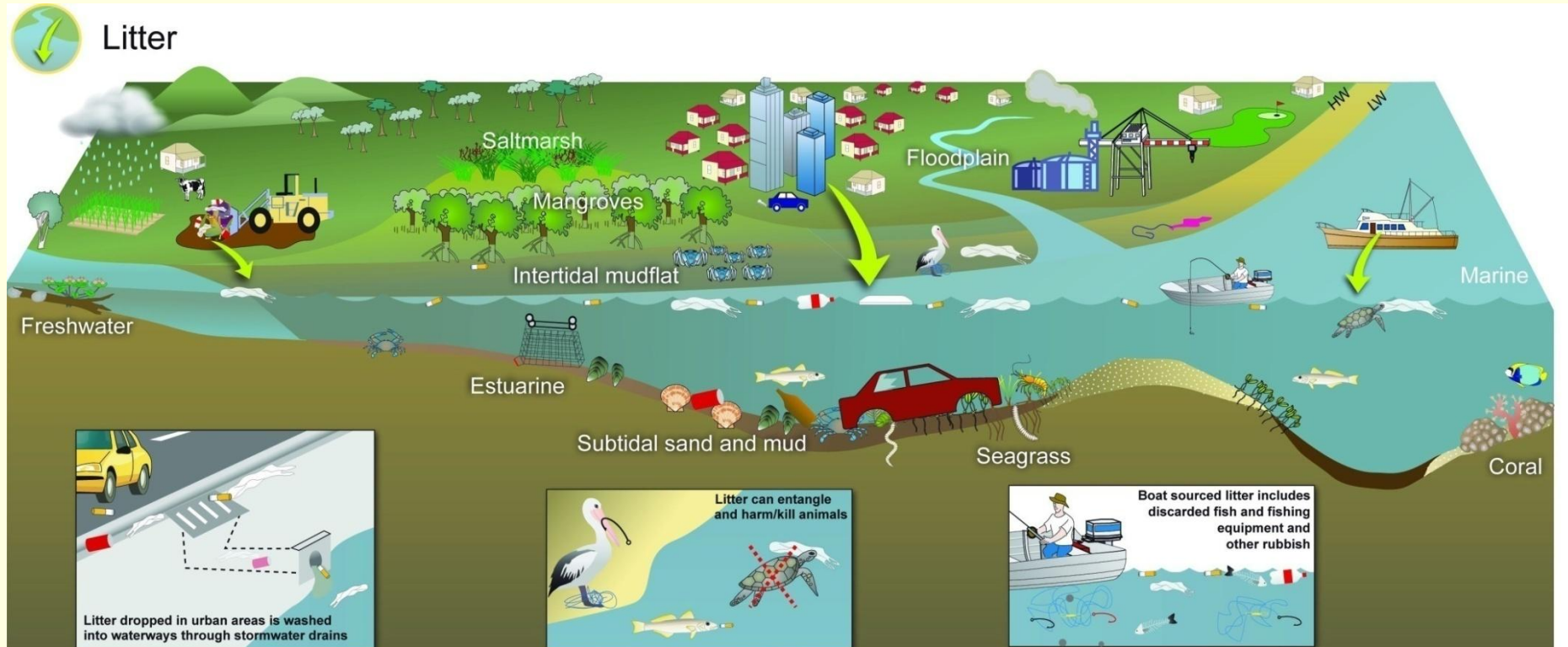
Κάθε εξωγενές ή ανθρωπογενούς κατασκευής αντικείμενο που δεν απαντάται φυσιολογικά στο θαλάσσιο ή παράκτιο περιβάλλον και παρόλα αυτά βρίσκεται εκεί

Αντικείμενα ανθρωπογενούς κατασκευής ή χρήσης τα οποία έχουν απορριφθεί εσκεμμένα ή έχουν χαθεί. Σε κάθε περίπτωση είναι το αποτέλεσμα απρόσεκτης μεταχείρισης ή διάθεσης στερεών απορριμμάτων, συμπεριλαμβανομένων και δοχείων υγρών αποβλήτων. Επίσης περιλαμβάνονται και υλικά που έχουν χαθεί στη θάλασσα λόγω κακοκαιρίας π.χ. εξοπλισμός αλιείας ή εμπορικά φορτία.

Αποτελούνται κυρίως από βραδέως διασπώμενα απορρίμματα ή τεμάχια απορριμμάτων- πλαστικά, πολυστυρένια, μέταλλα, γυαλί – προερχόμενα από ποικίλες πηγές.



Πηγές Στερεών Απορριμμάτων στη Θάλασσα



Θαλάσιες πηγές: Απ' ευθείας απορρίψεις (εσκεμμένα ή κατά λάθος) στη θάλασσα

Χερσαίες πηγές: Ποτάμια, αγωγοί αποβλήτων, άνεμος, απόπλυση εδαφών, απόρριψη σε ακτές και παραλίες

Πηγές Στερεών Απορριμμάτων στη Θάλασσα

Κύριες **θαλάσσιες** πηγές

- ❖ Ναυσιπλοΐα (εμπορικά πλοία, κρουαζιερόπλοια, ferry boats)
- ❖ Αλιευτικά σκάφη
- ❖ Πολεμικά σκάφη
- ❖ Ερευνητικά σκάφη
- ❖ Σκάφη αναψυχής
- ❖ Πλατφόρμες πετρελαίου
- ❖ Ιχθυοκαλλιέργειες

Κύριες **χερσαίες** πηγές

- ❖ ΧΥΤΑ παράκτιων περιοχών
- ❖ Ποτάμια μεταφορά – ανεξέλεγκτη απόθεση απορριμμάτων σε κοίτες ποταμών (αγροτικές δραστηριότητες)
- ❖ Απορροή ανεπεξέργαστων αστικών λυμάτων και όμβριων υδάτων
- ❖ Διαφυγή στερεών αποβλήτων από βιομηχανικές εγκαταστάσεις
- ❖ Τουρισμός

Τα Θαλάσσια Απορρίμματα...

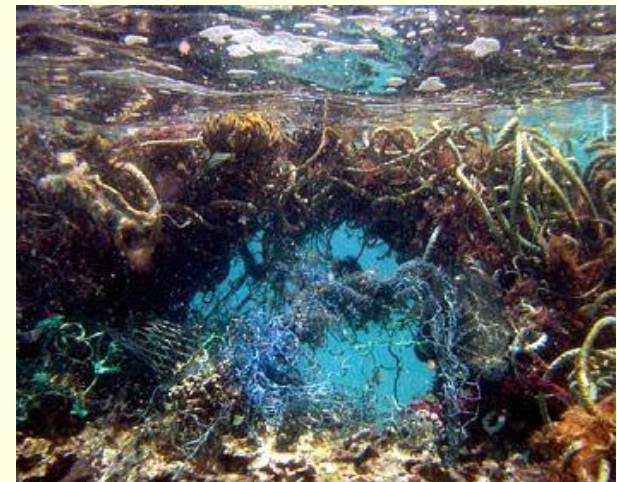
Επιπλέουν και παραμένουν στην επιφάνεια.
Περίπου 90% των επιπλεόντων είναι πλαστικά



Μεταφέρονται κάθετα στην υδάτινη στήλη



Περιπλέκονται και ακινητοποιούνται σε ρηχούς βραχώδεις πυθμένες ή καταβυθίζονται σε βαθύτερους πυθμένες.
Περίπου 70% του συνόλου των θαλασσίων απορριμμάτων καταβυθίζονται.



Τα Θαλάσσια Απορρίμματα...

Βρίσκονται παντού στο θαλάσσιο και παράκτιο περιβάλλον σε όλο το κόσμο.
Αποτελούν τοπικό και παγκόσμιο πρόβλημα.



Όσα δεν καταβυθίζονται μπορεί να μεταφερθούν σε ακτές μακριά από το σημείο αρχικής εναπόθεσής τους.

Κίνδυνοι από Θαλάσσια Απορρίμματα...

Τα σώματα θαλασσιών ζώων περιπλέκονται με τα απορρίμματα

Θάνατος: 10^6 πουλιά και 100,000 θηλαστικά πεθαίνουν κάθε χρόνο

Κατάποση απορριμμάτων



Κίνδυνοι από Θαλάσσια Απορρίμματα...

Δευτερογενή προβλήματα στο περιβάλλον:

Καταστροφή του βυθού και του βένθους
Συγκέντρωση και διασπορά τοξικών ουσιών –
Δευτερογενής ρύπανση
Διαταραχή του οικοσυστήματος των ακτών
λόγω μηχανικού καθαρισμού

*Ζημιές στους ανθρώπους και στην ανθρώπινη
περιουσία:*

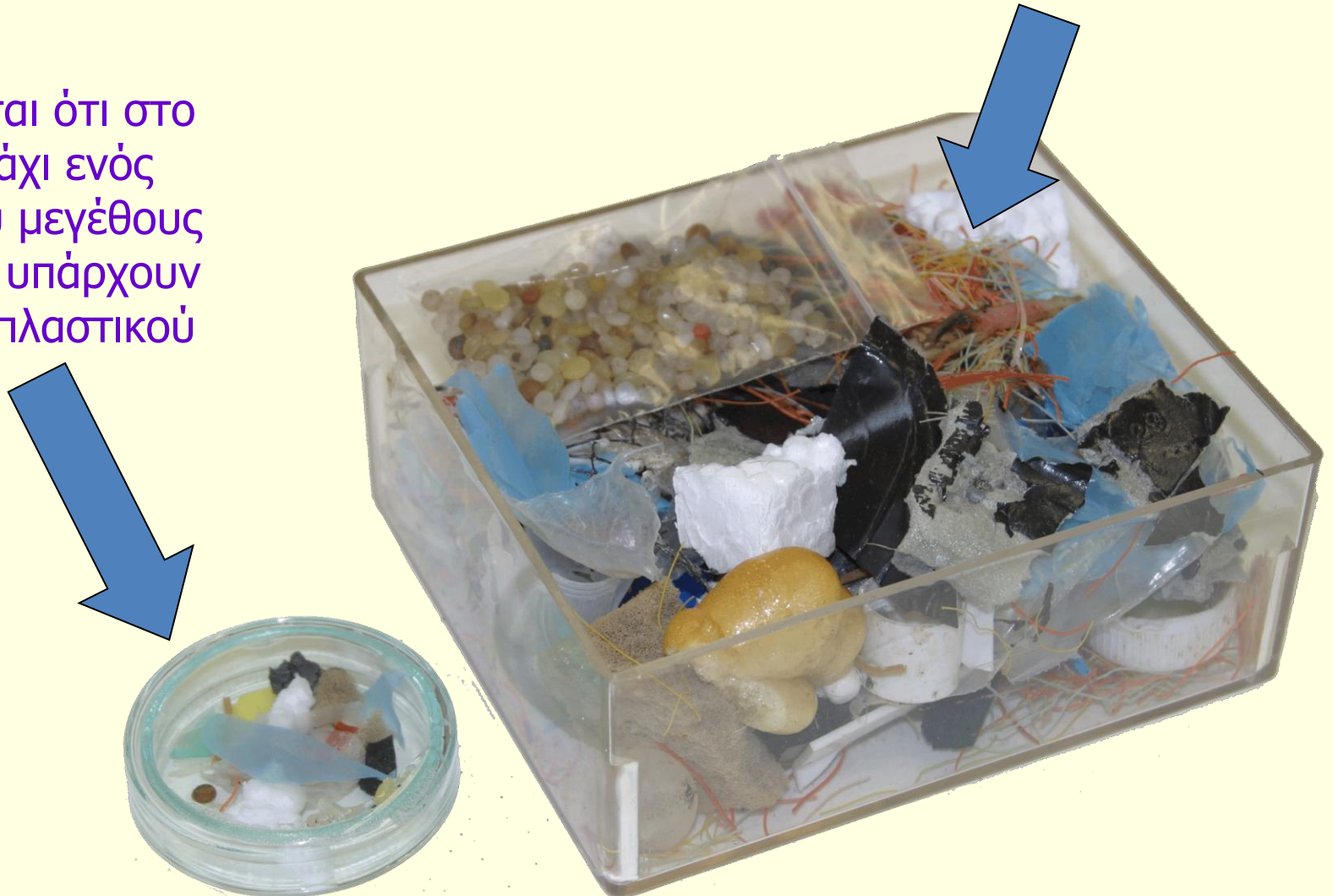
Βλάβες στις μηχανές των σκαφών
Ζημιές στα αλιευτικά δίχτυα
Βλάβες σε νερά ψύξεως βιομηχανιών
Ρύπανση λιμανιών
Ρύπανση ακτών



Κίνδυνοι από Θαλάσσια Απορρίμματα...

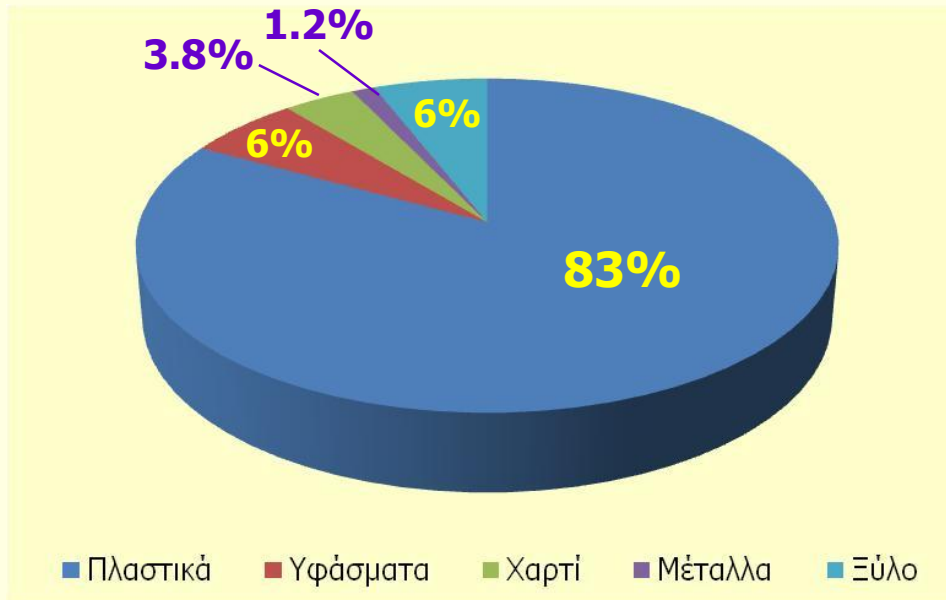
Αντίστοιχη ποσότητα για έναν μεσαίου μεγέθους άνθρωπο

Εκτιμάται ότι στο στομάχι ενός μεσαίου μεγέθους γλάρου υπάρχουν 0.34 g πλαστικού

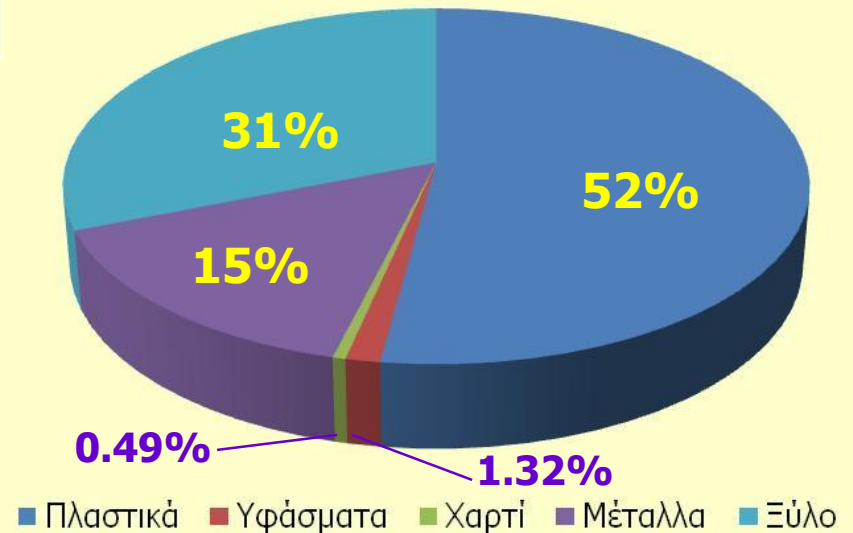


Κύριοι τύποι θαλασσίων απορριμμάτων

Κύριοι τύποι θαλασσίων απορριμμάτων
(αρ. τεμαχίων ανά 100 τεμάχια)

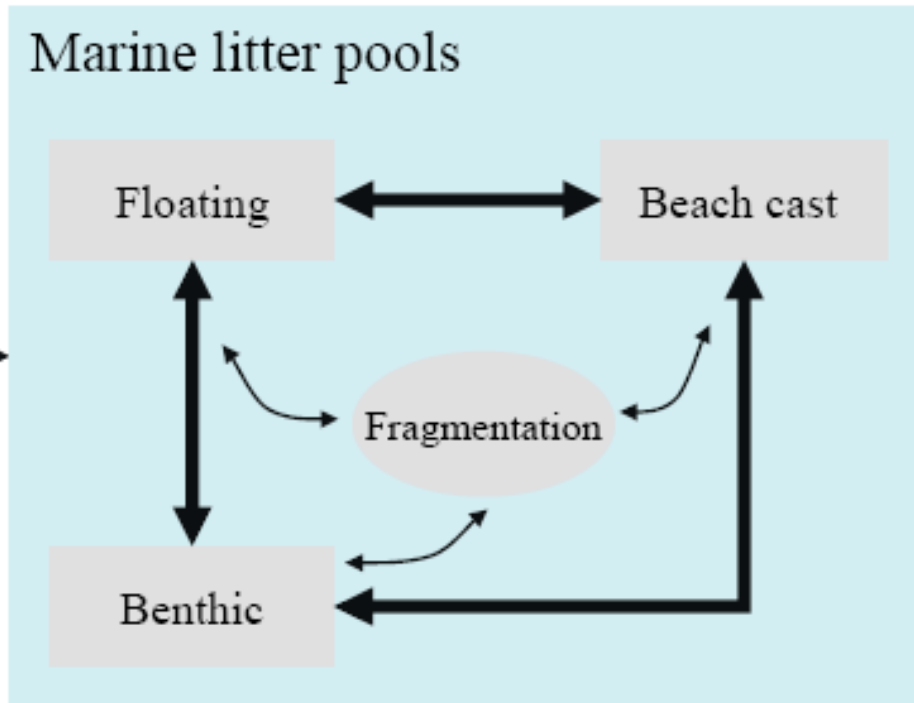


Ποσότητες κύριων τύπων
θαλασσίων απορριμμάτων



Μέθοδοι καταμέτρησης και συλλογής των θαλάσσιων απορριμμάτων

Managing discard behaviour is ultimately the only practical route for combating marine litter problems. By preventing discards the other problems take care of themselves.



We may be able to keep popular beaches clear of litter but litter collection is both expensive and logistically difficult. For oceanic systems it is almost impossible.



Fragmentation is not the same as decomposition. Smaller (fragmented) litter presents different sorts of risks to marine systems. While large items may present entanglement risks, smaller items represent ingestion risks. Even heavily fragmented items (e.g. microplastic particles), present risks to the trophic structure of ecosystems.

Decomposition may take between weeks (paper and cardboard) to thousands or even millions of years (plastics and glass). The rates of input far exceed the rate of decomposition.

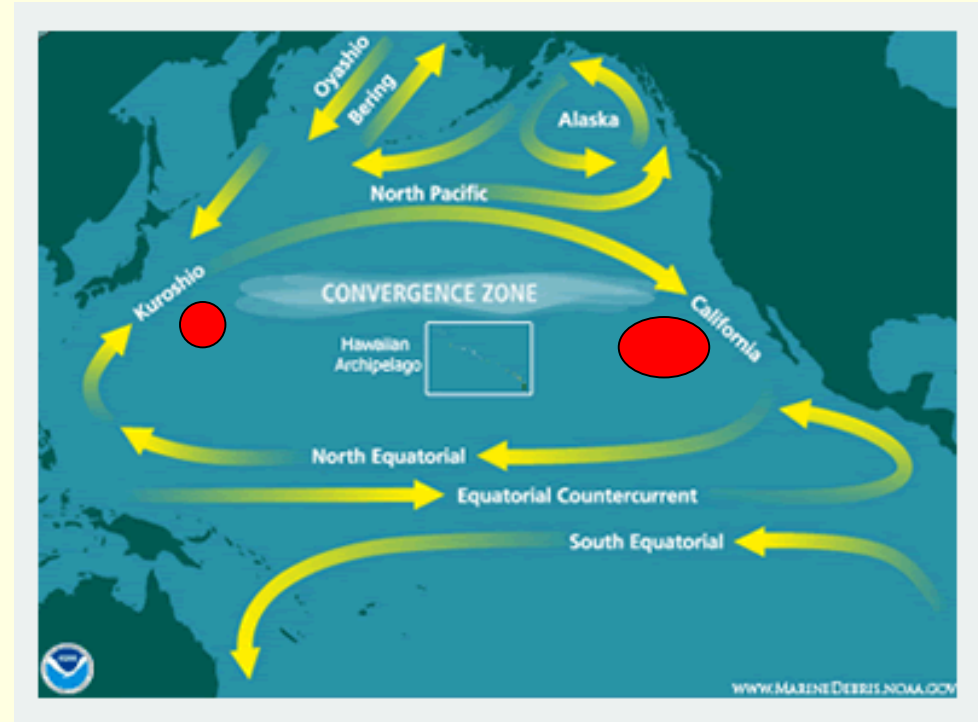


Δίνη απορριμμάτων στο κέντρο του Β. Ειρηνικού ωκεανού

Η ύπαρξη περιοχών αυξημένης συγκέντρωσης επιπλέοντων απορριμμάτων και μικροπλαστικών είχε προβλεφθεί από το 1988

Εκτιμάται ότι το 80% προέρχεται από χερσαίες πηγές και το 20% από πλοία

Τα ρεύματα μεταφέρουν σκουπίδια από τις Δυτικές ακτές της Β. Αμερικής μέσα στον αντικυκλώνα σε περίπου 5 χρόνια και από τις ακτές της Ασίας σε 1 χρόνο



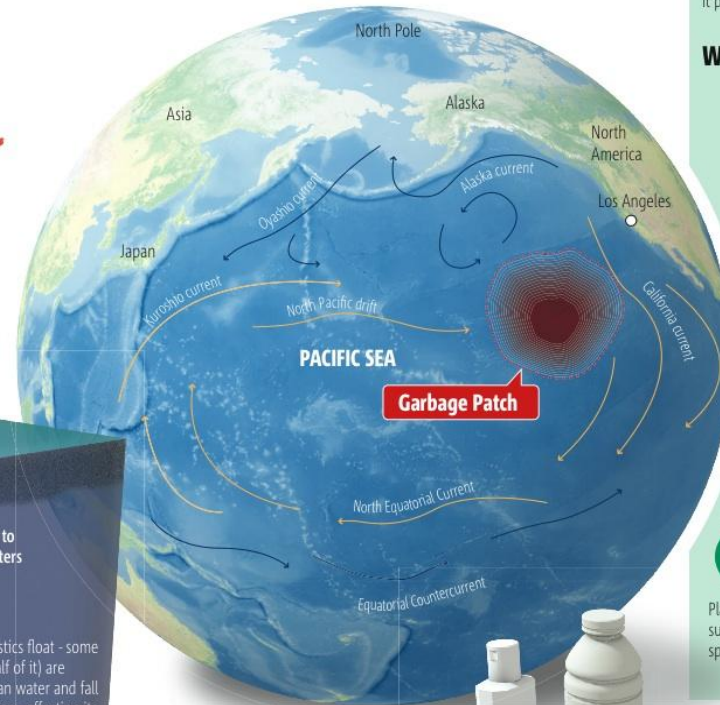
ΠΛΑΣΤΙΚΑ

The Great Pacific Garbage Patch

Is an area of marine debris, laying approximately 135° to 155° West and 35° to 42° North. Although it shifts every year and exact position is hard to tell. It lies within North Pacific Gyre and does not go anywhere, as it is confined by its currents.

The area

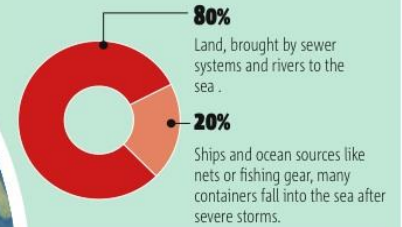
The Patch is around 2200 kilometers long and 800 kilometers wide



How does it form?

Currents in the Pacific Ocean create a circular effect that pulls debris from North America, Asia and the Hawaiian Islands. Then it pushes it into a floating pile of 100 million tons of trash.

Where does it all come from?



Interesting facts

Less than 5% of plastic is recycled . In the Central North Pacific Gyre, small pieces of plastic outweighed surface zooplankton by a factor of 6 to 1 in 1999. But the ratio in 2010 may already be 60 to 1 .

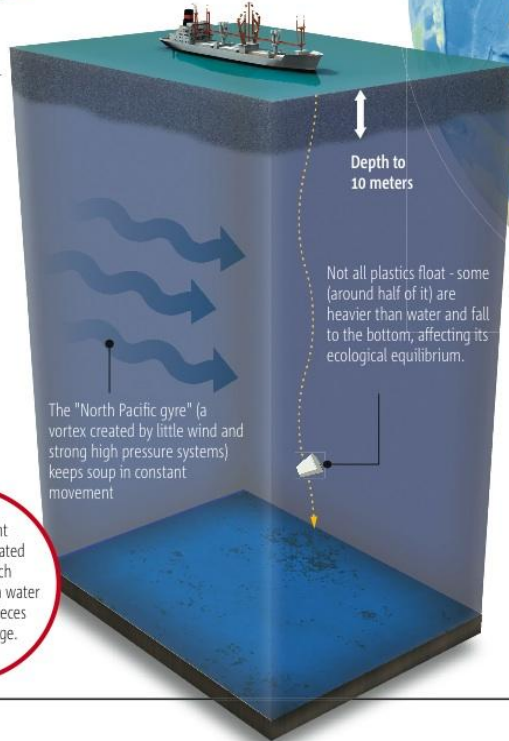


Photodegradation

Plastic never biodegrades, it doesn't break down into natural substances. But it goes through a photodegradation process, splits into ever smaller and smaller parts, which are still plastic.

Plastic Soup

Consists of both larger and disintegrated plastic objects and particles, both on the surface, in the water column below it and on the bottom.

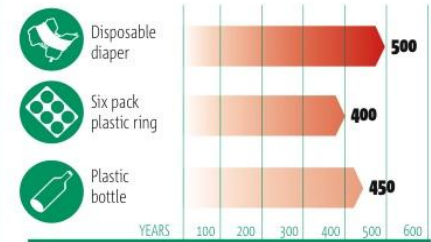


! UN Environment Programme estimated recently that each square mile of ocean water contains 46,000 pieces of floating garbage.

Problems created by plastic:

- It fouls beaches worldwide and scares tourists away.
- Plastic entangles marine animals and drowns them, strangles them and makes them immovable.
- Plastic litter washed ashore destroys habitats of coastal species.
- Plastic litter gets inside ships propellers and keels, making ship maintenance more expensive.
- Plastic does not biodegrade, plastic things make an ideal vessel and enable invasive species to move to further regions.

How long does it take to photodegrade plastic:

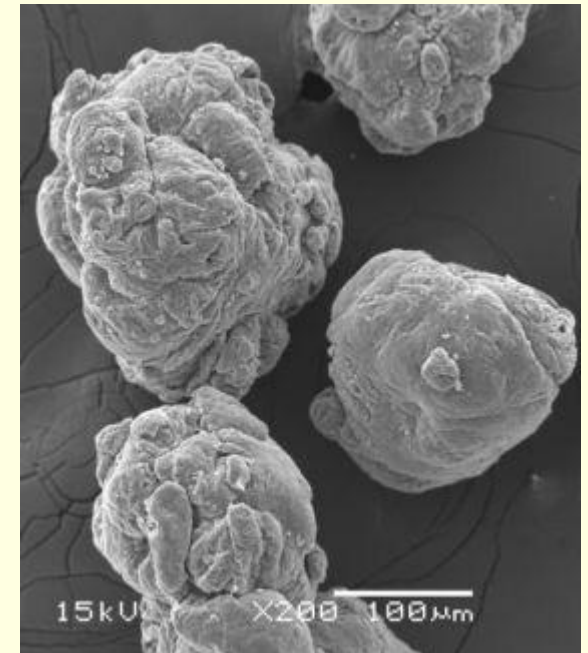


Μικροπλαστικά

Στην ανατολική πλευρά του Β. Ειρηνικού καταγράφεται η μεγαλύτερη συγκέντρωση αιωρούμενου πλαστικού (κυρίως μικροπλαστικά)

Τα πλαστικά δεν βιοδιασπώνται αλλά φωτοδιασπώνται σε όλο και μικρότερα τεμάχια μέχρι μοριακού επιπέδου. Επίσης αυτή η κατάτμηση σε ολοένα μικρότερα κομμάτια συντηρεί την πλευστότητά τους. Μοιραία, περνούν στην τροφική αλυσίδα

Το 2001 βρέθηκε ότι η συγκέντρωση μικροπλαστικών φτάνει το 1 εκ. σωματίδια ανά τετραγωνικό μίλι. Σε πολλά σημεία οι συγκεντρώσεις των μικροπλαστικών ήταν 7 φορές μεγαλύτερες από αυτές του ζωπλαγκτού. Το 2010 ήταν 60 φορές μεγαλύτερες



Πλαστικά

Οι κύριες ουσίες που αποτελούν τα πλαστικά είναι: Πολυαιθυλένιο, πολυβινυλοχλωρίδιο, πολυπροπυλένιο

Τα πλαστικά σωματίδια έχουν την τάση να προσροφούν ποσότητες επίμονων οργανικών ρύπων (PCBs DDT), με αποτέλεσμα οι συγκεντρώσεις τους να είναι 5-6 τάξεις μεγέθους μεγαλύτερες απ' ότι στο παρακείμενο νερό, γεγονός που οδηγεί σε μεγαλύτερη βιοσυσσώρευσή τους



Χρήση Πλαστικών

- Τα πλαστικά ή αλλιώς συνθετικά πολυμερή χρησιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό τόσο εξαιτίας των ιδιοτήτων τους, όσο και εξαιτίας της χαμηλής τους τιμής.
- Από μελέτες που πραγματοποιήθηκαν έγινε γνωστό ότι στο τέλος του 20ού αιώνα η παραγωγή πλαστικών είχε φτάσει τους 130×10^6 τόνους το χρόνο.
- Τα κοινά πλαστικά παραμένουν στο περιβάλλον για εκατοντάδες χρόνια.
- Για το λόγο αυτό δημιουργήθηκε η ανάγκη αντικατάστασης των κοινών πλαστικών με νέα, καινοτόμα υλικά που έχουν την ίδια λειτουργικότητα, ενώ είναι περισσότερο φιλικά προς το περιβάλλον.

Σύγχρονες τάσεις στη χρήση πλαστικών

Τις τελευταίες δεκαετίες έχουν κάνει την εμφάνισή τους νέα υλικά τα οποία διαθέτουν την ιδιότητα της διάσπασης στο περιβάλλον σε σύντομο χρονικό διάστημα. Ανάλογα με το μηχανισμό διάσπασής τους, διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

- Βιοδιασπώμενα
- Υδρο -βιοδιασπώμενα
- Φωτο -διασπώμενα
- Φωτο -βιοδιασπώμενα
- Βιοδιαβρώσιμα

Βιοδιασπώμενα πλαστικά

Τα λεγόμενα βιοδιασπώμενα ή βιοαποικοδομήσιμα πλαστικά (biodegradable polymers) έκαναν την εμφάνισή τους στην αγορά πριν περίπου 40 χρόνια. Υπάρχει η πεποίθηση ότι τα βιοδιασπώμενα πολυμερή υλικά θα μειώσουν την ανάγκη για παραγωγή συνθετικών πλαστικών με χαμηλό κόστος, δημιουργώντας θετικά αποτελέσματα τόσο περιβαλλοντικά όσο και οικονομικά.

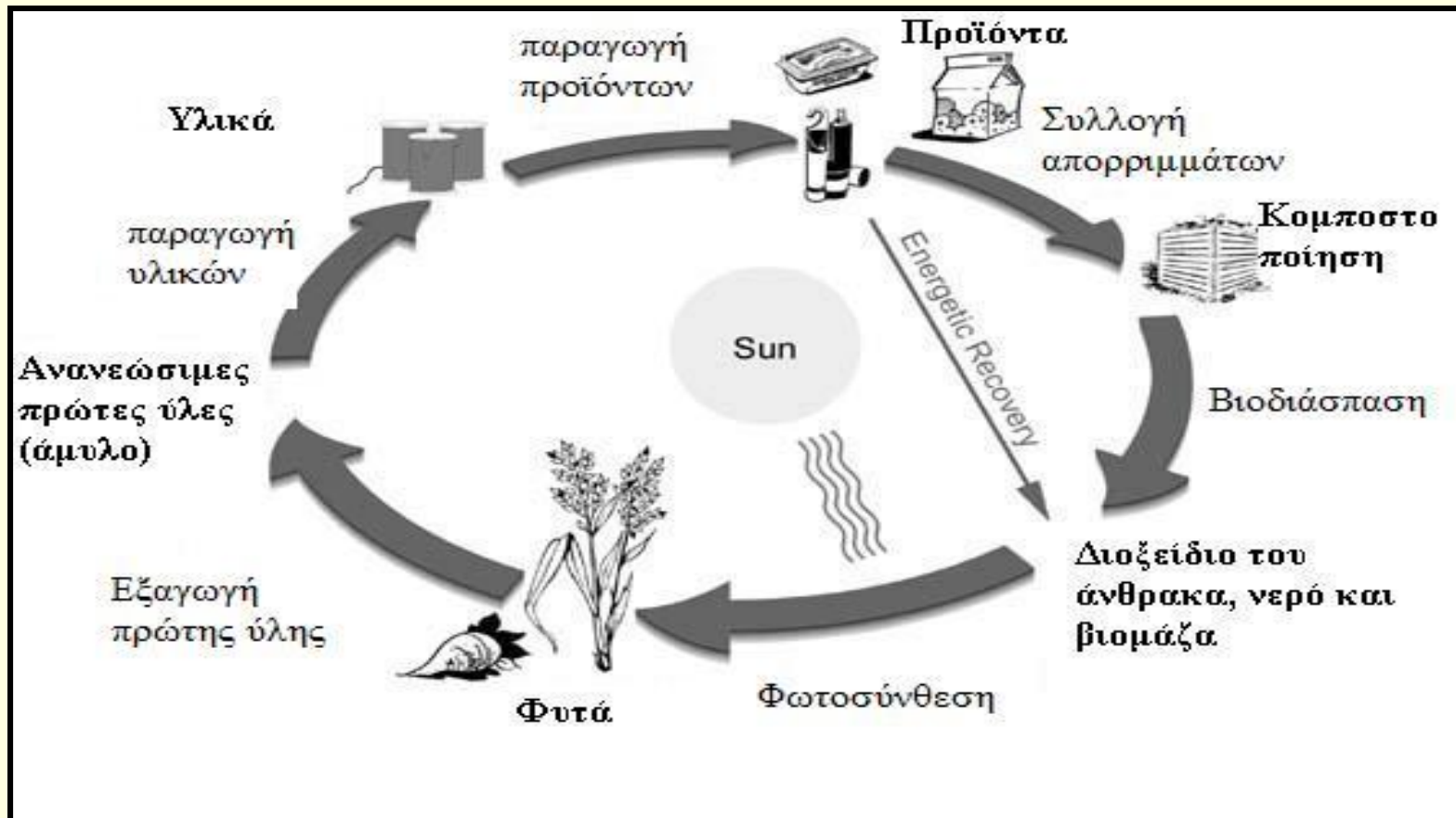


«Βιοδιάσπαση»: Η διάσπαση που πραγματοποιείται μέσω βιολογικών διεργασιών, κυρίως μέσω ζυμώσεων από μικροοργανισμούς όπως τα βακτήρια και οι μύκητες, η οποία έχει ως αποτέλεσμα συγκεκριμένες αλλαγές στη χημική δομή του υλικού καθώς και στις μηχανικές του ιδιότητες.

Βιοδιασπώμενα είναι τα πλαστικά των οποίων η διάσπαση προκύπτει φυσικά στη βιόσφαιρα από την ενζυματική δράση ζωντανών οργανισμών, δηλ. μικροοργανισμών, μυκήτων και άλγης.

ΚΥΚΛΟΣ ΖΩΗΣ ΒΙΟΔΙΑΣΠΩΜΕΝΩΝ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ

Η κεντρική ιδέα των βιοδιασπώμενων πλαστικών ξεκινάει από τον κύκλο ζωής της φύσης.



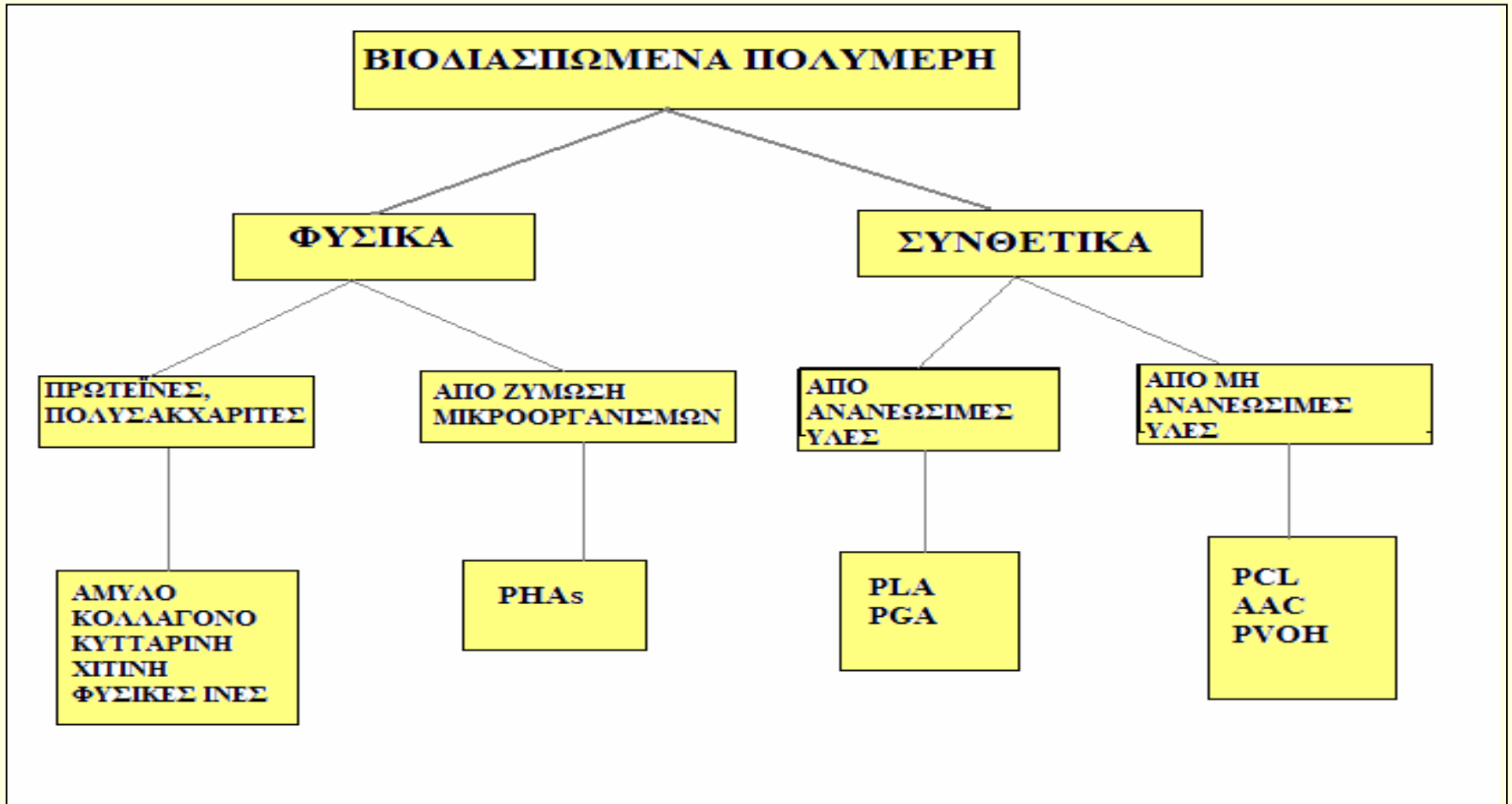
ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΒΙΟΔΙΑΣΠΑΣΗ

- ❖ Χαρακτηριστικά βιοδιασπώμενου πολυμερούς (κινητικότητα, τακτικότητα, κρυσταλλικότητα, μοριακό βάρος, τύπος λειτουργικών ομάδων και υποκαταστάτες που υπάρχουν στη δομή του, πλαστικοποιητές ή πρόσθετα που προστίθενται στο πλαστικό)
- ❖ Γεωμετρία βιοδιασπώμενου προϊόντος, επιφάνεια ανά όγκο και πορώδες
- ❖ Τύπος μικροοργανισμού που χρησιμοποιείται για τη βιοδιάσπαση

Κατά την αποικοδόμηση το πολυμερές πρώτα μετατρέπεται στα μονομερή του, τότε αυτά τα μονομερή ανοργανοποιούνται. Τα περισσότερα πολυμερή είναι πάρα πολύ μεγάλα για να περάσουν μέσω κυτταρικών μεμβρανών, έτσι πρέπει πρώτα να αποπολυμεριστούν σε μικρότερα μονομερή πριν να μπορούν να απορροφηθούν και να βιοδιασπαστούν εντός μικροβιακών κυττάρων.

ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΒΙΟΔΙΑΣΠΩΜΕΝΩΝ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ

Τα βιοδιασπώμενα πλαστικά ταξινομούνται σε κατηγορίες ανάλογα με τη διαδικασία παραγωγής τους και τις πρώτες ύλες από τις οποίες προέρχονται. Οι κύριες κατηγορίες είναι οι εξής:



ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΔΙΑΣΠΩΜΕΝΩΝ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ

➤ Αύξηση του χρόνου ζωής των Χ.Υ.Τ.Α

Αναμένεται ότι τα βιοδιασπώμενα πλαστικά θα αποσπάσουν μέρος των ογκωδών πλαστικών αποβλήτων από τους χώρους υγειονομικής ταφής. Ενώ και η ίδια η χρήση βιοδιασπώμενων μεμβρανών εδαφοκάλυψης μπορεί να παρατείνει το χρόνο ζωής.

➤ Τα βιοδιασπώμενα πλαστικά από ανανεώσιμες πηγές θα συμβάλλουν σε μια πιο βιώσιμη κοινωνία, διατηρώντας τους μη ανανεώσιμους πόρους, τα ορυκτά καύσιμα.

➤ Κομποστοποίηση

Το λίπασμα που προέρχεται από τα βιοδιασπώμενα πλαστικά μαζί με άλλα βιολογικά προϊόντα αυξάνει τον οργανικό άνθρακα του εδάφους, τη συγκράτηση του νερού και των θρεπτικών ουσιών, μειώνοντας τις εισροές λιπασμάτων και καταστέλλοντας τις ασθένειες των φυτών.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΔΙΑΣΠΩΜΕΝΩΝ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ

➤Χρήση ενέργειας

Η ενέργεια που απαιτείται για τη σύνθεση βιοδιασπώμενων πλαστικών είναι παρεμφερής με αυτή που καταναλώνεται για την παραγωγή συμβατικών πλαστικών.

➤Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου

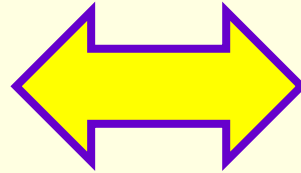
Τα βιοδιασπώμενα πλαστικά οδηγούν σε σχετικά χαμηλά επίπεδα εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε σύγκριση με πλαστικά πολυαιθυλενίου. Αυτό είναι ιδιαίτερα εμφανές για τα πλαστικά με βάση το άμυλο.

Πολυμερή	Ενέργεια (MJ/kg)	Εκπομπή GHG x10 (kgCO ² eq/kg)
LDPE	81	50
PHA-διαδικασία ζύμωσης	81	
HDPE	80	49
PCL	77	53
PVOH	58	42
PLA	57	
TPS+ 60% PCL	52	36
TPS+ 52,5% PCL	48	33
TPS	25	11
TPS+ 15% PVOH	25	17

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΔΙΑΣΠΩΜΕΝΩΝ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ

- ***Ρύπανση του υδάτινου περιβάλλοντος***
Αυξημένη τιμή BOD, προϊόντα διάσπασης που μεταφέρονται με το νερό, κίνδυνος για τα θαλάσσια είδη
- ***Τοξικά πρόσθετα και τροποποιητές***
Σε μη-βιοδιασπώμενα πλαστικά τα υπολείμματα καταλύτη παραμένουν έγκλειστα στην πολυμερή μήτρα και δεν είναι κινητά, ενώ στα βιοδιασπώμενα πλαστικά απελευθερώνονται και μπορούν να εισέλθουν στο περιβάλλον διάθεσης
- ***Πηγή πρώτων υλών***
Οι πρώτες ύλες για τα βιοδιασπώμενα πλαστικά περιλαμβάνουν τόσο πετρελαϊκές πρώτες ύλες όσο και άμυλο που παράγεται από γεωργικές μεθόδους
- ***Απορρίμματα***
Τα εμφανή πλαστικά απορρίμματα μπορεί να αυξηθούν εξαιτίας της πεποίθησης των καταναλωτών ότι τα βιοδιασπώμενα πλαστικά θα εξαφανιστούν γρήγορα στο περιβάλλον
- ***Διάθεση στην αγορά και κοινωνική αποδοχή***
Η τιμή ορισμένων βιοδιασπώμενων πλαστικών είναι υψηλότερη από την τιμή των συμβατικών, εξαιτίας της δαπανηρής έρευνας και ανάπτυξης που απαιτείται. Δεν έχουν δοθεί ακόμα τα κατάλληλα κίνητρα για την προώθηση των «φιλικών» προς το περιβάλλον πλαστικών.

ΒΙΟΔΙΑΣΠΩΜΕΝΑ
ΠΛΑΣΤΙΚΑ



ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ
ΠΛΑΣΤΙΚΑ

- ✓ Τα βιοδιασπώμενα υλικά αρχίζουν να γίνονται αποδεκτά σε πολλές χώρες.
- ✓ Τα συμβατικά πλαστικά έχουν ευρεία χρήση στη βιομηχανία συσκευασίας επειδή τα βιοδιασπώμενα πλαστικά έχουν απαγορευτικό κόστος. Το κλειδί για τη μείωση του κόστους είναι η παρουσία εταιρειών που θα αγοράζουν ένα μεγάλο ποσό βιοδιασπώμενων υλικών. Με βάση τους νόμους προσφοράς και ζήτησης είναι δεδομένο ότι η αύξηση της ζήτησης θα μειώσει το κόστος.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΒΙΟΔΙΑΣΠΩΜΕΝΩΝ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ



- ❖ Αρχικά περιορισμένες εξαιτίας της υψηλής τιμής τους
- ❖ Εφαρμογή κυρίως σε τομείς όπως η ιατρική, η παραγωγή/διάθεση γεωργικών προϊόντων (συσκευασία), η παραγωγή προϊόντων μιας χρήσης, η υφαντουργία και η αυτοκινητοβιομηχανία

ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΒΙΟΔΙΑΣΠΩΜΕΝΩΝ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ

Σύμφωνα με έρευνες οι βιοδιασπώμενες πλαστικές σακούλες διαλύονται μεν σε μικρά κομμάτια όταν εκτεθούν στο περιβάλλον, ωστόσο τα κομμάτια αυτά παραμένουν ανέπαφα για μεγάλο χρονικό διάστημα όπως το κανονικό πλαστικό.

Η ύπαρξη «μικροπλαστικών απορριμμάτων» έγινε γνωστή μόλις τα τελευταία χρόνια σημαίνοντας συναγερμό στους επιστήμονες, καθώς τα σωματίδια αυτού του μεγέθους μπορούν να περάσουν στους θαλάσσιους οργανισμούς και μέσω αυτών και στον άνθρωπο.

ΑΠΟΣΤΟΛΗ ΜΕΔ



Ένα μεγάλο πρόγραμμα για τη μέτρηση των μικροσκοπικών κομματιών πλαστικού στα νερά της Δυτικής Μεσογείου, και κυρίως στις θάλασσες της Γαλλίας και της Ιταλίας, έχει ξεκινήσει το 2010 από την οργάνωση Αποστολή ΜΕΔ - Μεσόγειος σε κίνδυνο.

- Τα αποτελέσματα είναι μάλλον σοκαριστικά: Στα σημεία που εξετάζονται, υπάρχουν κατά μέσο όρο 115.000 μικροσκοπικά «στοιχεία» πλαστικού ανά km^2 .
- Στα περισσότερα σημεία οι συγκεντρώσεις είναι άνω των 100.000 στοιχείων ανά km^2 , ενώ η υψηλότερη συγκέντρωση που καταγράφηκε φθάνει τα 892,000 στοιχεία.

Τέλος Ενότητας

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



ΣΗΜΕΙΩΜΑΤΑ

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.

Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Εμμανουήλ Δασενάκης, Κ. Σακελλάρη 2015. Εμμανουήλ Δασενάκης, Κ. Σακελλάρη.
«Χημεία Περιβάλλοντος. Απορρίμματα στο περιβάλλον». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<http://opencourses.uoa.gr/courses/CHEM3/>.

Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/10)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

Εικόνα 1: [διαφάνεια 2] Απορρίματα στο περιβάλλον. Copyrighted.

Εικόνα 2: [διαφάνεια 7 κάτω αριστερά] Copyrighted. Σύνδεσμος:

http://www.vivereassisi.it/index.php?page=articolo&articolo_id=533967. Πηγή:
www.vivereassisi.it.

Εικόνα 3: [διαφάνεια 8] Waste management choices in Europe. Copyrighted.

Σύνδεσμος: http://www.grida.no/graphicslib/detail/waste-management-choices-in-europe_6540#. Πηγή: European Topic Centre on Resource and Waste Management, 2006. OECD Environmental Data 2004, www.grida.no.

Εικόνα 4: [διαφάνεια 15 άνω αριστερά] Διαχείριση αστικών απορριμμάτων (ΑΣΑ) στην Ελλάδα. Copyrighted. Σύνδεσμος:

<http://www.aftodioikisi.gr/perifereies/diexodos-sto-xronio-provlima-tou-xita-mavroraxis> . Πηγή: www.aftodioikisi.gr.

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/10)

Εικόνα 5: [διαφάνεια 16] Εργοστάσιο ΜΒΕ (ΕΜΑΚ Άνω Λιόσια). Copyrighted.
Σύνδεσμος: <http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=96>. Πηγή: www.eedsa.gr.

Εικόνα 6: [διαφάνεια 17] Διαχείριση Αποβλήτων στην Ελλάδα. Copyrighted.
Σύνδεσμος:
http://www.seas.columbia.edu/earth/wtert/sofos/Kalogirou_Novisad.pdf. Πηγή:
www.seas.columbia.edu.

Εικόνα 7: [διαφάνεια 18 αριστερά] Κάδος ανακύκλωσης. Copyrighted. Σύνδεσμος:
<http://www.aftodioikisi.gr/dimoi/nea-oximata-kai-kadoi-anakiklosis-sti-thessaloniki>.
Πηγή: www.aftodioikisi.gr.

Εικόνα 8: [διαφάνεια 18 δεξιά] Συλλεγμένα υλικά στα κέντρα διαλογής ανακυκλώσιμων υλικών (ΚΔΑΥ). Copyrighted. Σύνδεσμος:
<http://www.merci.org.uk/drupal/node/2788>. Πηγή: www.merci.org.uk.

Εικόνες 9,10,11: [διαφάνεια 20] Εργοστάσιο Μηχανικής Ανακύκλωσης και Κομποστοποίησης Άνω Λιοσίων / ΕΜΑΚ. Copyrighted.

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (3/10)

Εικόνες 12,13,14,15: [διαφάνεια 21] Προϊόντα Εργοστασίου Μηχανικής Ανακύκλωσης και Κομποστοποίησης Άνω Λιοσίων / ΕΜΑΚ. Copyrighted.

Εικόνες 16,17,18,19: [διαφάνεια 22] Προϊόντα Εργοστασίου Μηχανικής Ανακύκλωσης και Κομποστοποίησης Άνω Λιοσίων / ΕΜΑΚ. Copyrighted.

Εικόνα 20: [διαφάνεια 23] Ιεραρχία Αειφόρου Διαχείρισης Απορριμμάτων. Copyrighted. Σύνδεσμος: <http://slideplayer.gr/slide/1940000/>. Πηγή: slideplayer.gr.

Εικόνα 21: [διαφάνεια 24] Θερμική Επεξεργασία Απορριμμάτων στην Ευρώπη. Copyrighted. Σύνδεσμος: http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/EKDILOSEIS_P/EPISTHM_ONIKES_EVENTS/DIAXIRISI%20STEREON%20APOVLITON/EISHGHSEIS/KALOGIROU.pdf. Πηγή: portal.tee.gr.

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (4/10)

Εικόνα 22: [διαφάνεια 25] Μονάδες Ενεργειακής Αξιοποίησης Αποβλήτων στην ΕΕ. Copyrighted. Σύνδεσμος:

http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/EKDILOSEIS_P/EPISTHM_ONIKES_EVENTS/DIAXIRISI%20STEREON%20APOVLITON/EISHGHSEIS/KALOGIROU.pdf. Πηγή: portal.tee.gr.

Εικόνα 23: [διαφάνεια 26] Μείωση μάζας & όγκου απορριμμάτων μέσω καύσης. Copyrighted. Σύνδεσμος:

http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/EKDILOSEIS_P/EPISTHM_ONIKES_EVENTS/DIAXIRISI%20STEREON%20APOVLITON/EISHGHSEIS/KALOGIROU.pdf. Πηγή: portal.tee.gr.

Εικόνα 24: [διαφάνεια 27] Παραγωγή ενέργειας μέσω Θερμικής Επεξεργασίας>. Copyrighted. Πηγή: ΣΥΝΕΡΓΕΙΑ – WTERT (www.wtert.gr).

Εικόνα 25: [διαφάνεια 28] Θερμική Επεξεργασία & Ανακύκλωση. Copyrighted. Πηγή: ΣΥΝΕΡΓΕΙΑ – WTERT (www.wtert.gr).

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (5/10)

Εικόνα 26: [διαφάνεια 30] Θαλάσσια Απορρίμματα (Marine Litter). Copyrighted.
Σύνδεσμος: <http://www.monachus-guardian.org/mguard21/2121covsto.htm>. Πηγή:
www.monachus-guardian.org.

Εικόνα 27: [διαφάνεια 31] Πηγές Στερεών Απορριμμάτων στη Θάλασσα.
Copyrighted. Σύνδεσμος:
http://www.ozcoasts.gov.au/conceptual_mods/stressors/litter_model.jsp. Πηγή:
www.ozcoasts.gov.au.

Εικόνα 28: [διαφάνεια 33 άνω] Τα Θαλάσσια Απορρίμματα. Copyrighted.

Εικόνα 29: [διαφάνεια 33 μέσο] Τα Θαλάσσια Απορρίμματα. Copyrighted.
Σύνδεσμος: http://www.energia.gr/article.asp?art_id=26952. Πηγή:
www.energia.gr.

Εικόνα 30: [διαφάνεια 33 κάτω] Τα Θαλάσσια Απορρίμματα. Creative Commons
Attribution 2.0 Generic license. Σύνδεσμος:
http://www.noaanews.noaa.gov/stories2008/20080922_marinedebris.html. Πηγή:
www.noaanews.noaa.gov.

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (6/10)

Εικόνα 31: [διαφάνεια 34 αριστερά] Τα Θαλάσσια Απορρίμματα. Copyrighted.

Σύνδεσμος:

http://www.bbc.co.uk/cornwall/content/articles/2008/07/23/nature_beachclean_feature.shtml. Πηγή: www.bbc.co.uk.

Εικόνα 32: [διαφάνεια 34 δεξιά] Τα Θαλάσσια Απορρίμματα. Copyrighted.

Σύνδεσμος: <http://www.ecowalkthetalk.com/blog/2011/09/08/the-international-coastal-cleanup/> . Πηγή: www.ecowalkthetalk.com.

Εικόνα 33: [διαφάνεια 35 άνω αριστερά] Κίνδυνοι από Θαλάσσια Απορρίμματα.

Copyrighted. Σύνδεσμος: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/664984.stm>.

Πηγή: news.bbc.co.uk.

Εικόνα 34: [διαφάνεια 35 άνω κέντρο] Κίνδυνοι από Θαλάσσια Απορρίμματα.

Copyrighted. Σύνδεσμος: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/europe/648042.stm>. Πηγή:

news.bbc.co.uk.

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (7/10)

Εικόνα 35: [διαφάνεια 35 άνω δεξιά] Κίνδυνοι από Θαλάσσια Απορρίμματα.

Copyrighted. Σύνδεσμος:

<http://science.howstuffworks.com/environmental/earth/oceanography/great-pacific-garbage-patch.htm>. Πηγή: science.howstuffworks.com.

Εικόνα 36: [διαφάνεια 35 κάτω αριστερά] Κίνδυνοι από Θαλάσσια Απορρίμματα.

Copyrighted. Σύνδεσμος: <http://bottleworx.co.za/great-pacific-garbage-patch>.

Πηγή: bottleworx.co.za.

Εικόνα 37: [διαφάνεια 35 κάτω κέντρο] Κίνδυνοι από Θαλάσσια Απορρίμματα.

Copyrighted. Σύνδεσμος: <http://wwz.cedre.fr/Nos-ressources/Rejets-en-mer/Macro-dechets/Quelles-nuisances>. Πηγή: wwz.cedre.fr.

Εικόνα 38: [διαφάνεια 35 κάτω δεξιά] Κίνδυνοι από Θαλάσσια Απορρίμματα.

Copyrighted. Σύνδεσμος: <https://www.pinterest.com/pin/571605377678015410/>.

Πηγή: www.pinterest.com.

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (8/10)

Εικόνα 39: [διαφάνεια 36 άνω] Κίνδυνοι από Θαλάσσια Απορρίμματα. Copyrighted. Σύνδεσμος: <https://www.pinterest.com/pin/353814114446272390/>. Πηγή: www.pinterest.com.

Εικόνα 40: [διαφάνεια 36 κάτω] Κίνδυνοι από Θαλάσσια Απορρίμματα. Public Domain. Σύνδεσμος: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Defense.gov_News_Photo_000615-N-3093M-018.jpg. Πηγή: commons.wikimedia.org.

Εικόνα 41: [διαφάνεια 36 άνω] Κίνδυνοι από Θαλάσσια Απορρίμματα. Copyrighted. Σύνδεσμος: . Πηγή: .

Εικόνα 42: [διαφάνεια 37] Κίνδυνοι από Θαλάσσια Απορρίμματα. Copyrighted. Σύνδεσμος: <http://www.inspirationgreen.com/microplastic-in-cells.html>. Πηγή: www.inspirationgreen.com.

Εικόνα 43: [διαφάνεια 39] Copyrighted.

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (9/10)

Εικόνα 44: [διαφάνεια 40] Δίνη απορριμμάτων στο κέντρο του Β. Ειρηνικού ωκεανού. Public Domain. Σύνδεσμος: <http://marinedebris.noaa.gov/discover-issue/movement>. Πηγή: marinedebris.noaa.gov.

Εικόνα 45: [διαφάνεια 41] Πλαστικά. Copyrighted. Σύνδεσμος: <http://www.thegeographeronline.net/environmental-change.html>. Πηγή: www.5wgraphics.com.

Εικόνα 46: [διαφάνεια 42 άνω] Μικροπλαστικά. Copyrighted. Σύνδεσμος: <http://www.npr.org/2015/02/12/385752248/8-million-tons-of-plastic-clutter-our-seas>. Πηγή: NOAA/AP.

Εικόνα 47: [διαφάνεια 42 κάτω] Submicroscopic particles of PVC. Copyrighted. Σύνδεσμος: http://www.eurekalert.org/pub_releases/2007-10/acs-ac102307.php. Πηγή: www.eurekalert.org, Emma Teuten, University of Plymouth, UK.

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (10/10)

Εικόνα 48: [διαφάνεια 43] Πλαστικά. Copyrighted. Σύνδεσμος: <http://www.marinerescuers.com/gallery.php> . Πηγή: www.marinerescuers.com.

Εικόνα 49: [διαφάνεια 46 αριστερά] Βιοδιασπώμενα πλαστικά. Copyrighted. Σύνδεσμος: <http://www.chemicalsinfomart.com/biobased-products-made-in-europe/>. Πηγή: www.chemicalsinfomart.com.

Εικόνα 50: [διαφάνεια 46 δεξιά] Βιοδιασπώμενα πλαστικά. Copyrighted. Σύνδεσμος: http://www.flowmagazine.gr/article/view/biodiaspwmena_kathimerina_proionta/category/environment. Πηγή: www.flowmagazine.gr.

Εικόνα 51: [διαφάνεια 47] Κύκλος ζωής βιοδιασπώμενων πλαστικών. Copyrighted. Σύνδεσμος: <http://naturesse-hellas.com/about/τί-σημαίνει-βιοδιασπώμενο/> . Πηγή: naturesse-hellas.com.

Εικόνα 52: [διαφάνεια 54] Εφαρμογές βιοδιασπώμενων πλαστικών. Copyrighted. Σύνδεσμος: <http://www.ready.gr/gr/product/306-60>. Πηγή: www.ready.gr.

Εικόνα 53: [διαφάνεια 55] Αποστολή MED. Copyrighted. Σύνδεσμος: <http://www.tovima.gr/science/article/?aid=548989>. Πηγή: www.tovima.gr.