



**Tsakalidis**

Analysis&Testing

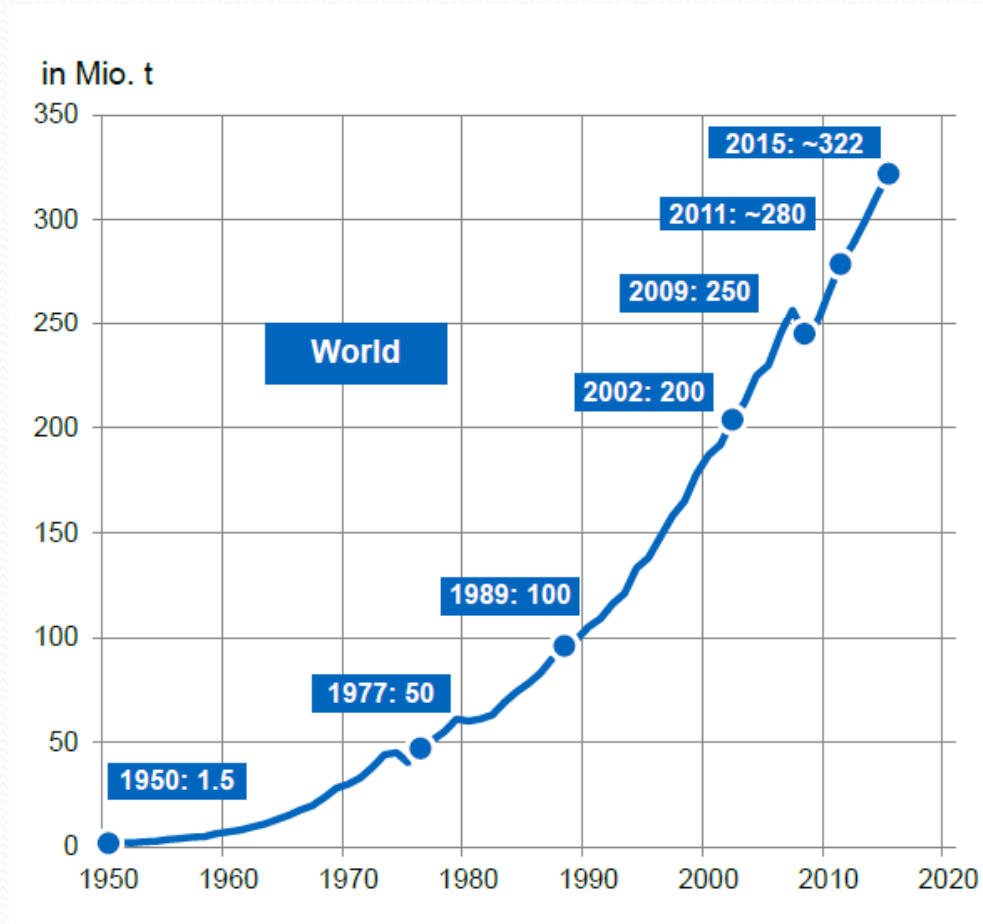
# **Ανακύκλωση πλαστικών συσκευασιών στην Βιομηχανία Τροφίμων**

**Δρίλλια Παναγιώτα**  
**PhD Χημικός**

*Testing your way to safety*

# Πλαστικά: Μια ιστορία με παγκόσμια επιτυχία

Η παγκόσμια παραγωγή πλαστικών 1950 –2015 (PlasticsEurope, 2016)



# Τα πλαστικά στην συσκευασία

## ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΩΝ

ΣΗΜΑΝΣΗ	ΥΛΙΚΟ	ΕΦΑΡΜΟΓΗ
 <b>1</b> <b>PET</b>	Πολυαιθυλένιο terephthalate (PET)	Μπουκάλια για νερό ή χυμούς, αναψυκτικά, υλικά συσκευασίας τροφίμων
 <b>2</b> <b>HDPE</b>	Πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE)	Πλαστικά μπουκάλια (ιδίως για τρόφιμα και καλλυντικά), φιλμ, πλαστικές τσάντες, καθίσματα
 <b>3</b> <b>PVC</b>	Πολυβινυλικό χλωρίδιο Unplasticised (UPVC) ή πλαστικοποιημένο πολυβινυλικό χλωρίδιο (PPVC)	Πιστωτικές κάρτες, φιλμ περιτυλίγματος, εύκαμπτες συσκευασίες αποθήκευσης και υλικά περιτυλίγματος τροφίμων
 <b>4</b> <b>LDPE</b>	Πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας (LDPE)	Διαφανείς μεμβράνες περιτυλίγματος τροφίμων, πλαστικές τσάντες, εύκαμπτες συσκευασίες αποθήκευσης
 <b>5</b> <b>PP</b>	Πολυπροπυλένιο (PP)	Συσκευασίες γιαουρτιού, κύπελλα για γλυκά και μαργαρίνες, ιατρικές συσκευασίες, περιτυλίγματα σνακ, μπουκάλια σαμπουάν, κ.ά.
 <b>6</b> <b>PS</b>	Πολυστυρόλιο (CP) ή εκτάσιμο πολυστυρόλιο (EPS)	Κύπελλα και πιάτα μιας χρήσης (για ζεστά ή κρύα), συσκευασίες γαλακτοκομικών, κ.ά.
 <b>7</b> <b>OTHER</b>	Άλλο, συμπεριλαμβανομένου νάιλον και ακρυλικού	Ειδικές κατασκευές



# Τι γίνεται με τα πλαστικά απόβλητα?



Tsakalidis

Analysis&Testing



# Ανακύκλωση

**Οι λόγοι για την προώθηση της ανακύκλωσης είναι πολλοί:**

**Περιβαλλοντικοί  
(προστασία του περιβάλλοντος)**

**Οικονομικοί  
(μείωση του κόστους παραγωγής)**

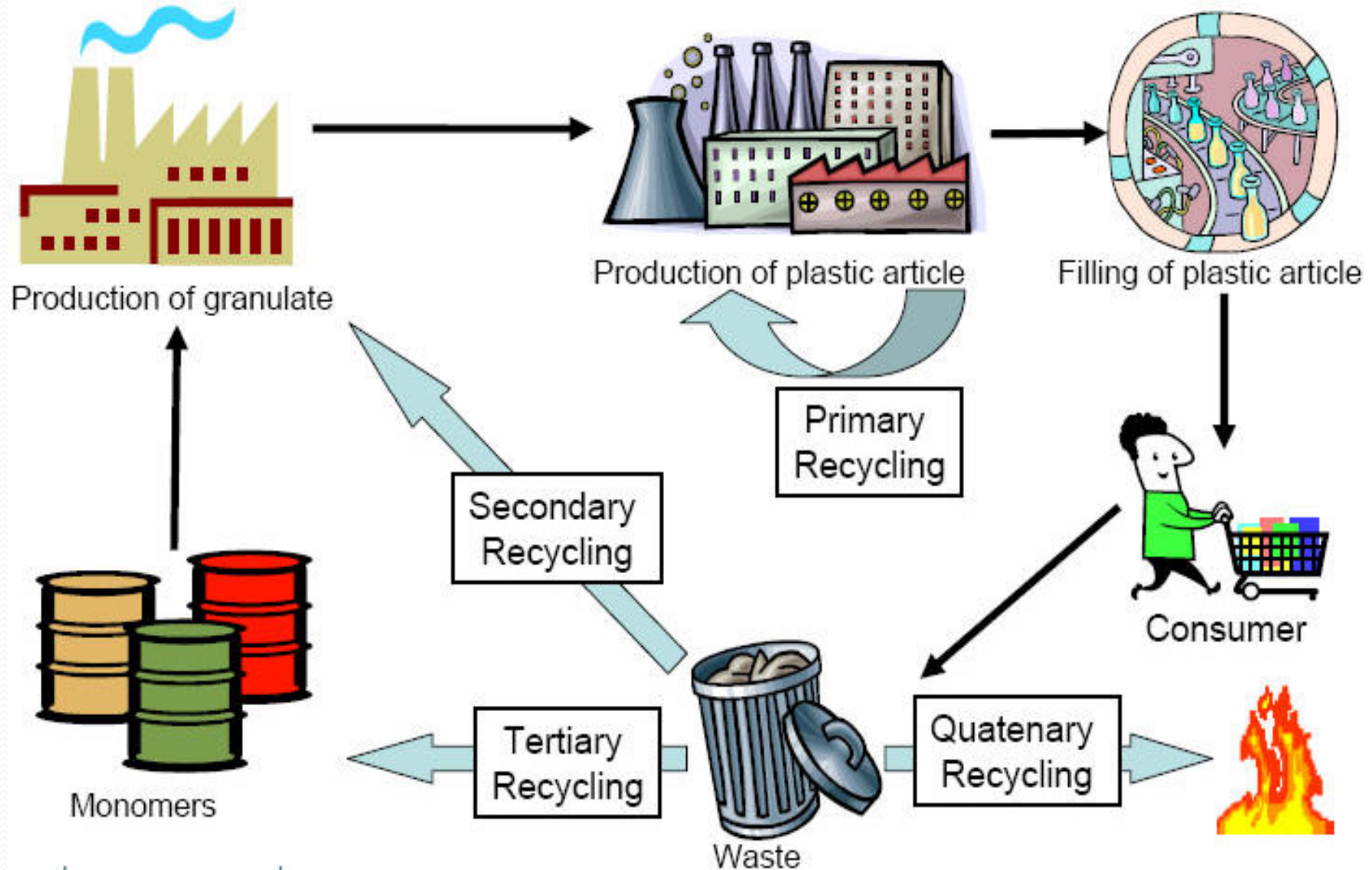
**Κινείται στα πλαίσια κυκλικής οικονομίας.  
Τα απόβλητα μετατρέπονται σε πηγές που θα επιστρέφουν στην παραγωγή με κυκλικό τρόπο (European Commission 2014).  
Απώτερος στόχος: μηδενική εναπόθεση αποβλήτων.**

# Ανακύκλωση Πλαστικών συσκευασιών

Η χρήση των ανακυκλωμένων πλαστικών στην συσκευασία τροφίμων είναι μια νέα εφαρμογή με μεγάλο δυναμικό, αφού το 40% της κατανάλωσης των πλαστικών χρησιμοποιείται στην συσκευασία. (PlasticsEurope, 2016)



# Ανακύκλωση Πλαστικών συσκευασιών



*Testing your way to safety*

## Είδη ανακύκλωσης

### ➤ **Πρωτογενής Ανακύκλωση**

Πραγματοποιείται σε βιομηχανικά αποκόμματα και αποξέσματα πλαστικών υλικών που δεν έχουν χρησιμοποιηθεί (closed loop)

### ➤ **Δευτερογενής ανακύκλωση**

Πραγματοποιείται σε πλαστικά υλικά που έχουν χρησιμοποιηθεί από τον καταναλωτή (open loop) και περιλαμβάνει συνήθως τα ακόλουθα στάδια: Διαλογή –Πλύσιμο-Καθαρισμό-Θερμική επεξεργασία-Μορφοποίηση

### ➤ **Τριτογενής χημική ανακύκλωση**

Η διαδικασία όπου ένα πολυμερές αποδομείται χημικά ή βιολογικά σε μικρότερα μόρια (μονομερή ή ολιγομερή) τα οποία θα αποτελέσουν βάση για περαιτέρω χημικές συνθέσεις (π.χ επαναπολυμερίζονται).

### ➤ **Τεταρτογενής ανακύκλωση**

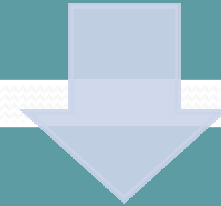
Παράγει ενέργεια από την καύση των πλαστικών



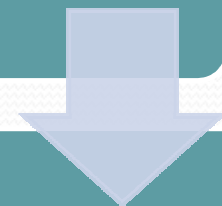
# Ισχύουσα νομοθεσία

## Κανονισμός ΕΚ 282/2008

για τα υλικά και αντικείμενα από ανακυκλωμένο πλαστικό τα οποία προορίζονται να έρθουν σε επαφή μετρόφιμα και για την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 2023/2006



## Απαιτήσεις της EFSA



## Κανονισμοί ΕΚ 1935/2004 & ΕΚ 10/2011

Σύμφωνα με την νομοθεσία υπάρχουν τρεις πιθανότητες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανακυκλωμένα πλαστικά για επαφή με τρόφιμα.

A. Πλαστική πρώτη ύλη προερχόμενη από κύκλωμα προϊόντων που βρίσκεται σε κλειστή και ελεγχόμενη αλυσίδα (διασφάλιση χρήσης μόνο υλικών σε επαφή με τροφιμα χωρίς καμία επιμολυνση) (closed loop)

B. Τα υλικά ανακυκλώνονται μετά την χρήση τους απο τους καταναλωτές (open loop)

Γ. Χρήση ανακυκλωμένου πλαστικού υλικού πίσω απο λειτουργικό φραγμό όπως αυτός ορίζεται από τον κανονισμό ΕΚ 10/2011

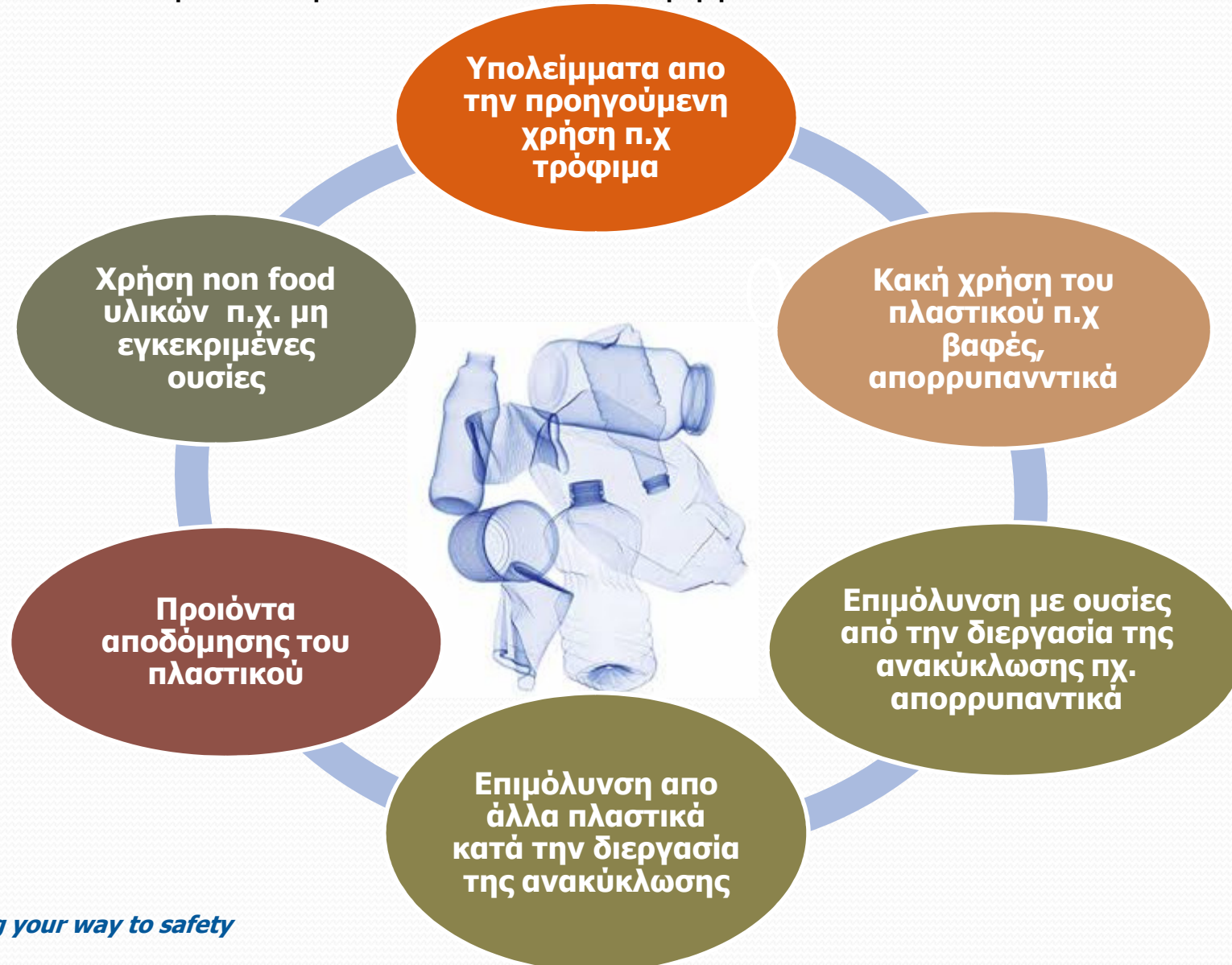
## A. Κλειστή ελεγχόμενη αλυσίδα (closed loop)

- Αποκόμματα και αποξέσματα από την βιομηχανία πλαστικών σε επαφή με τρόφιμα τα οποία δεν έχουν έρθει σε επαφή με το τρόφιμο.
- Κύκλοι παραγωγής και διανομής στους οποίους τα προϊόντα κυκλοφορούν με ελεγχόμενο σύστημα αναχρησιμοποίησης και διανομής ώστε η εισαγωγή εξωτερικού υλικού να περιορίζεται στο ελάχιστο εφικτό.
- Μπορεί να γίνει μέσα στην βιομηχανία που παράγονται ή σε κάποιο άλλον φορέα
- Απαραίτητα να τηρούνται ΟΠΠ σύμφωνα με το κανονισμό ΕΚ 2023/2006
- Η ιχνηλασιμότητα είναι απαραίτητη για την επιβεβαίωση της πηγής του υλικού και την διασφάλιση ότι δεν υπάρχει κανένα είδος επιμόλυνσης.
- Κανένας κίνδυνος χρήσης
- Διαθεσιμότητα είναι περιορισμένη διότι χρησιμοποιούνται συνήθως από τις ίδιες τις βιομηχανίες παραγωγής (έχουν ελεγχόμενη και ομοιογεννή σύσταση χωρίς αποδόμηση)

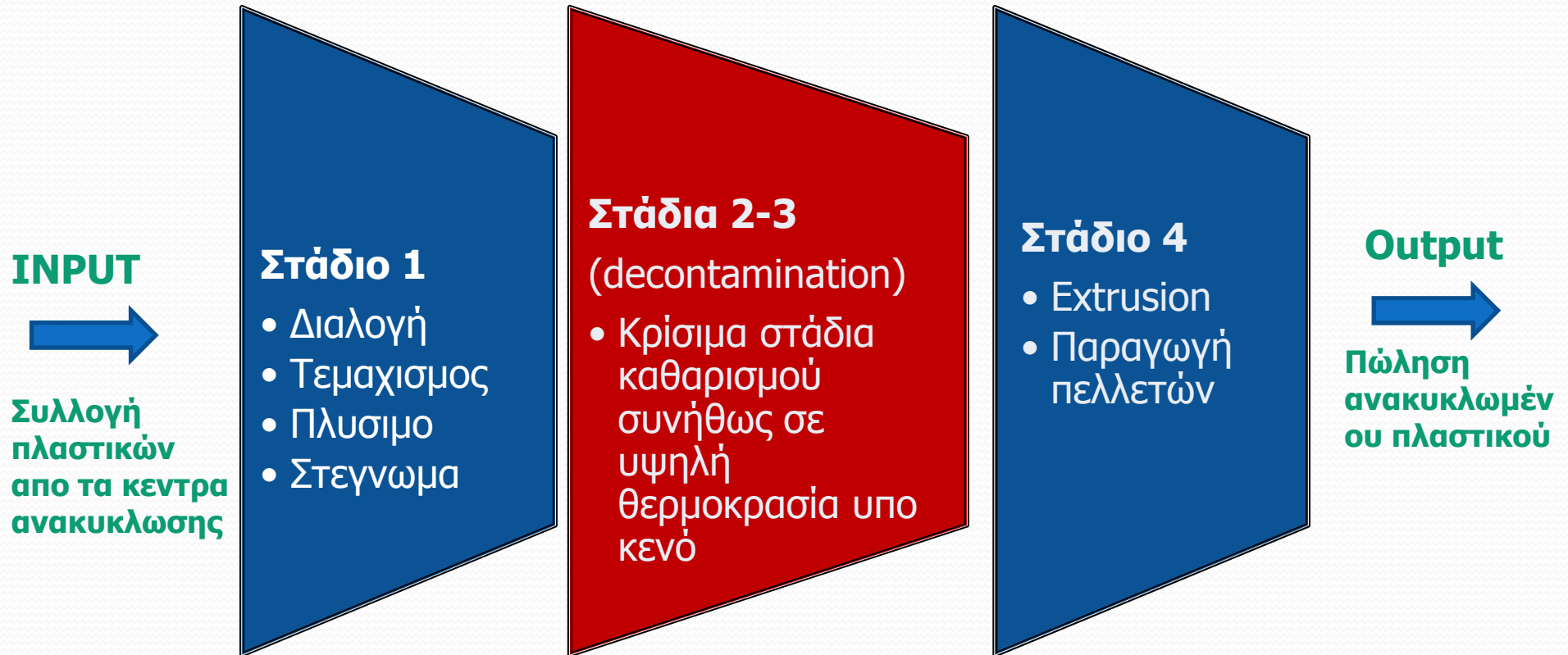


## Β. Ανακύκλωση μετά την χρήση τους (open loop)

Επιμόλυνση των πλαστικών απορριμμάτων απο:



# Διεργασία ανακύκλωσης (open loop)



# Έλεγχος αποτελεσματικότητας διαδικασίας ανακύκλωσης (open loop)

Αδυναμία προσδιορισμού όλων των πιθανών ειδών επιμόλυνσης

Διαφορετική ικανότητα κατακράτησης και απελευθέρωσης προσμείξεων-επιμολυνσεων ανάλογα με το είδος του πλαστικού

Δεν υπάρχουν καθορισμένα χαρακτηριστικά που θα ισχύουν για όλα τα είδη πλαστικών

Για την ασφάλεια του τελικού προϊόντος

Συνδυασμός ελέγχου των χαρακτηριστικών των επιμέρους πρώτων υλών

Κατάλληλη διεργασία αφαίρεσης των πιθανών προσμείξεων.

Απόδειξη της ικανότητας της διεργασίας να απομακρύνει κάθε χημική επιμόλυνση, σε συγκέντρωση ασφαλή για την υγεία του ανθρώπου, (Δοκιμή προσομοίωσης)



## Δοκιμή προσομοίωσης (Challenge test)

Ο τρόπος διεξαγωγής της δοκιμής προσομοίωσης περιγράφεται στα ακόλουθα πρωτόκολλα:

- FDA: Guidance for industry: Use of Recycled Plastics in Food Packaging: Chemistry Considerations, August 2006
- Guidelines of the International Life Sciences institute (ILSI); Recycling of plastics for food contact use; edited by the ILSI Europe Packaging Material Task Force; Brussels, Belgium, May 1998

## Δοκιμή προσομοίωσης (Challenge test)

Η δοκιμή προσομοίωσης περιλαμβάνει:

- Επιμόλυνση του υλικού με ένα μείγμα ουσιών καθορισμένης συγκέντρωσης κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες
- Το επιμολυσμένο υλικό υποβάλλεται στην διεργασία της ανακύκλωσης
- Ανάλυση των συγκεντρώσεων των επιμολυντών σε διαφορετικά στάδια της διεργασίας ανακύκλωσης
- Πρόβλεψη μέσω μοντέλων της μετανάστευσης των υπολειμμάτων των επιμολυντών
- Πειράματα μετανάστευσης σε προσομοιωτές τροφίμων



## Δοκιμή προσομοίωσης (Challenge test)

Οι οργανικές ενώσεις που επιλέγονται ως επιμολυντές καλύπτουν ένα μεγάλο εύρος φυσικοχημικών ιδιοτήτων, όπως πολικότητα, πτητικότητα και συμβατότητα με τα διάφορα είδη των πολυμερών και ανήκουν τις εξής κατηγορίες:

- Πτητικές πολικές οργανικές ενώσεις
- Πτητικές μη πολικές οργανικές ενώσεις
- Μη πτητικές πολικές οργανικές ενώσεις
- Μη πτητικές μη πολικές οργανικές ενώσεις
- Οργανομεταλλικές ενώσεις

Οι συνθήκες δοκιμής καλύπτουν το χειρότερο προβλέψιμο σενάριο επιμόλυνσης



## Δοκιμή προσομοίωσης (Challenge test)

**Στόχος: ανακυκλωμένα πλαστικά ασφαλή για την ανθρώπινη υγεία**

Η αποτελεσματικότητα της διαδικασίας αποδεικνύεται με την ικανότητα απομάκρυνσης των επιμολυντών σε τελικές συγκεντρώσεις κάτω από συγκεκριμένα όρια ανάλογα με το είδος του πλαστικού και εξασφαλίζουν ότι δεν υπάρχει κίνδυνος για την ασφάλεια του καταναλωτή

## Δοκιμή προσομοίωσης (Challenge test)

Στην Αμερική (FDA) έχουν καθοριστεί τα μέγιστα επιτρεπόμενα όρια των υπολειμμάτων των επιμολυντών για Pet, Polystyrene, PVC και Polyolefins

Στην Ευρώπη (EFSA) έχουν καθοριστεί τα όρια για την ανακύκλωση των Pet. Τα υπόλοιπα είδη πλαστικού εξετάζονται κατά περίπτωση από την EFSA και θα πρέπει να πραγματοποιούνται μελέτες για την πρόβλεψη των επιμολυντών και τα επίπεδα της επιμόλυνσης.

## Γ. Χρήση Λειτουργικού Φραγμού

- Επιτρέπει την χρήση ανακυκλωμένου πλαστικού που προέρχεται από non food contact υλικά.
- Η απόδειξη της αποτελεσματικότητας του λειτουργικού φραγμού για την αποτροπή της μετανάστευσης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες και μπορεί να γίνει:

Με επιμόλυνση παρθένου υλικού κάτω από συνθήκες του χειρότερου σεναρίου (π.χ. challenge test) και πραγματοποίηση της διεργασίας της ανακύκλωσης

Συνδυασμό του επιμολυσμένου υλικού ως εσωτερικού στρώματος με παρθένο υλικό βάζοντας ανάμεσα φραγμό συγκεκριμένου πάχους

Πειράματα μετανάστευσης κάτω από τις χειρότερες προβλέψιμες συνθήκες. Έλεγχος της αποτελεσματικότητας του παρθένου υλικού και του λειτουργικού φραγμού για την παρεμπόδιση της μετανάστευσης από το επιμολυσμένο υλικό.



## Έγκριση Διεργασίας Ανακύκλωσης

- Η EFSA είναι υπεύθυνη για την εκτίμηση της επικινδυνότητας της διεργασίας ανακύκλωσης πλαστικών για επαφή με τρόφιμα και βγάζει μια γνωμοδότηση
- Την γνωμοδότηση της EFSA στην συνέχεια ενστερνίζεται η Ευρωπαϊκή Ένωση και χορηγεί ή αρνείται την άδεια ανακύκλωσης
- Για τις εγκεκριμένες διεργασίες ανακύκλωσης γίνεται εγγραφή στο website της Ευρωπαϊκής Ένωσης
- Υπάρχουν 120 γνωμοδοτήσεις της EFSA (πάνω από το 80% αφορούν το Pet)
- Η έγκριση της Ευρωπαϊκής Ένωσης καθυστερεί (σε εξέλιξη η έκδοση ανεπίσημων εγγράφων (drafting process))

## Έγκριση Διεργασίας Ανακύκλωσης

**Παρά το γεγονός ότι δεν υπάρχει ακόμα επίσημη λίστα της ΕΕ με τις εγκεκριμένες διεργασίες ανακύκλωσης κάποια κράτη μέλη χρησιμοποιούν ανακυκλωμένα πλαστικά με θετική γνωμοδότηση της EFSA σύμφωνα με τις εθνικές μεταβατικές διατάξεις τους**

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η χρήση ανακυκλωμένων πλαστικών στην συσκευασία των τροφίμων είναι ένα πολλά υποσχόμενο σενάριο με αρκετά πλεονεκτήματα (μείωση του κόστους, ενθάρρυνση της πράσινης οικονομίας)

Η ασφάλεια της χρήσης των ανακυκλωμένων πλαστικών δεν είναι δεδομένη

Η ανακύκλωση των πλαστικών υλικών σε κλειστό κύκλωμα δεν εμφανίζει κίνδυνο για την ασφάλεια του καταναλωτή αρκεί να τηρούνται ΟΠΠ και να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις των κανονισμών των ΕΚ 1935/2004 και ΕΚ10/2011



# ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ανακύκλωση των πλαστικών υλικών από ανοιχτό κύκλωμα εγκυμονεί αρκετούς κινδύνους και απαιτεί αυστηρούς ελέγχους και επιστημονικές μελέτες

Η ανακύκλωση των πλαστικών Pet έχει μελετηθεί εκτενώς, έχει γίνει εκτίμηση κινδύνου και έχουν καθοριστεί πλήρως τα κριτήρια και οι απαιτήσεις προκειμένου να είναι ασφαλής για τον καταναλωτή

Η ανακύκλωση άλλων υλικών όπως πολυολεφίνες και πολυστρωματικών υλικών δεν έχει μελετηθεί επαρκώς

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Για τις πολυολεφίνες θα πρέπει να πραγματοποιηθούν πανευρωπαϊκές μελέτες ώστε να γίνει εκτίμηση των πιθανών επιμολυντών σε ένα ανοιχτό κύκλωμα, των συγκεντρώσεων με τις οποίες απαντώνται και τον καθορισμό της συγκέντρωσης αναφοράς για να είναι αποτελεσματική και ασφαλής η διεργασία ανακύκλωσης για την απομάκρυνση αυτών.

Άρα προκειμένου να χρησιμοποιήσουμε ανακυκλωμένα πλαστικά υλικά στην συσκευασία τροφίμων πρέπει να εξετάζουμε ότι έχουν γίνει όλοι οι απαραίτητοι έλεγχοι, υπάρχει ιχνηλασιμότητα και έχουν έγκριση από την EFSA