

# Βιομηχανικές μέθοδοι διαχείρισης απορριμμάτων

## ΚΑΥΣΗ-ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ

- Είναι μέθοδος που έχει εφαρμοστεί με αρκετή επιτυχία στο εξωτερικό
- πρέπει να πληρούνται μια σειρά από όροι καθώς τα υπολείμματα είναι δυνητικά επικίνδυνα
- τα υπολείμματα μπορούν να περιλαμβάνουν
  - τέφρα
  - Αιωρούμενα σωματίδια (PM10, PM2.5)
  - Οξείδια N
  - Οξείδια S
  - Υδροχλώριο
  - Διοξίνες και φουράνια
  - Οσμηρές ουσίες

# ΚΑΥΣΗ-ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ

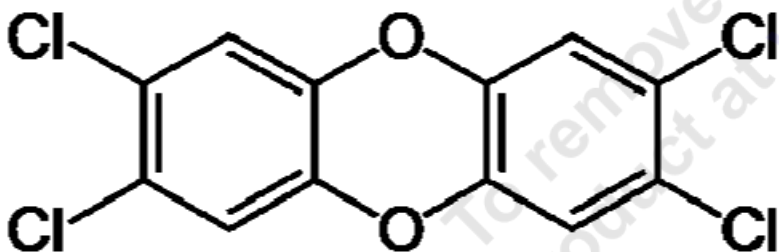
## ΔΙΟΞΙΝΕΣ

Από παραγωγή χλωρίου, χλωριωμένων πλαστικών PVC, καύση απορριμμάτων ή αποβλήτων με χλωροπαράγωγα

2,3,7,8-τετραχλωροδιβενζο-p-διοξίνη (2,3,7,8-TCDD) η πλέον επικίνδυνη

Συσσωρεύεται σε λιπώδεις ιστούς ζώων

Τοξικότητα σε TEQ σε σχέση με την TCDD



# ΚΑΥΣΗ-ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ

Επικινδυνότητα διοξινών

Πιθανά\* καρκινογόνα

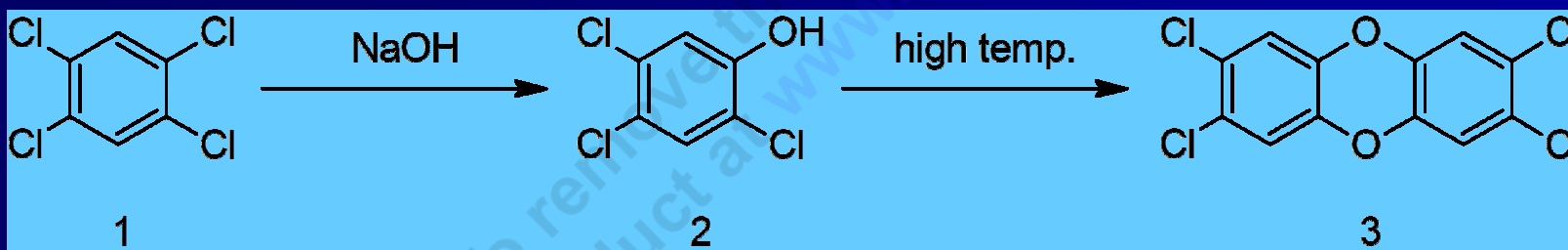
TCDD Καρκινογόνος για ανθρώπους

❖ humans: ↑ Ca σε μελέτες προοπτικής/ατυχήματα

“CONCLUSIVE”

4 μελέτες προοπτικής σε εργοστάσια παρ φυτοφαρμάκων/ατύχημα Seveso

Οι μεγαλύτερες γνωστές χρόνιες εκθέσεις σε TCDD!

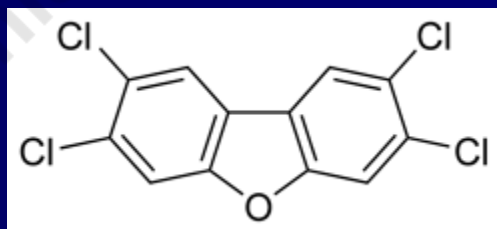


# ΚΑΥΣΗ-ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ

Φουράνια:

κατά την καύση οργανικών ενώσεων με Cl ή μη χλωριωμένων οργανικών ενώσεων παρουσία Cl- σε <1200 C

καρκινογόνες και πιθανόν τερατογόνες ενώσεις



# ΚΑΥΣΗ-ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ

## Οξείδια του N:

Διαζωτοξείδιο  $N_2O$

Μονοξείδιο του N  $NO$

Διοξείδιο του N  $NO_2$

Τα  $NO$  (άχρωμο και άγευστο αέριο) και  $NO_2$  (ερυθροκάστανο αέριο με δριμυία οσμή) σε μεγάλο αριθμό φωτοχημικών αντιδράσεων



Το  $NO_2$  ερεθίζει τα μάτια, το βρογχικό σύστημα και τους πνεύμονες. Σε επαφή με την υγρασία σχηματίζει το εξαιρετικά διαβρωτικό νιτρικό οξύ

Το  $O_3$  με τη σειρά του προκαλεί το **φωτοχημικό νέφος** με επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία όπως τσούξιμο στα μάτια και στο λαιμό. Σε υψηλές συγκεντρώσεις προσβάλλει τις κυψελίδες. Διαβρώνει επίσης το καουτσούκ και τα υφάσματα, καθώς και τα φύλλα των φυτών.

# ΚΑΥΣΗ-ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ

## Διοξείδιο του S

Άχρωμο αέριο με χαρακτηριστική οξεία οσμή. Οξειδώνεται με φωτοχημική ή καταλυτική διαδικασία σε  $SO_3$  και σε επαφή με την υγρασία σχηματίζει  $H_2SO_4$ , γνωστό εξαιρετικά διαβρωτικό οξύ που πέφτει με βοήθεια της βροχής. Προκαλεί βλάβες στο αναπνευστικό σύστημα και μείωση ορατότητας. Καταστρέφει επίσης τον φυτικό κόσμο. Διαβρώνει επίσης κατασκευές και μεταλλικά εξαρτήματα.

# ΚΑΥΣΗ-ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ

## PM

αποτελούν τον πιο προφανή αλλά ταυτόχρονα και τον πιο σύνθετο ρυπαντή. Άκαυστα συστατικά στερεάς μορφής με διαστάσεις που κυμαίνονται 1~200μm. Τα αποτελέσματα της εισπνοής αιωρούμενων σωματιδίων έχουν μελετηθεί ευρύτατα στον άνθρωπο και στα ζώα και περιλαμβάνουν άσθμα, καρκίνο του πνεύμονα, καρδιαγγειακά προβλήματα, καθώς και πρόωρο θάνατο.

Το μέγεθος των αιωρούμενων σωματιδίων είναι ένα κύριο χαρακτηριστικό της τοξικότητάς τους. Τα μεγαλύτερα σωματίδια γενικά φιλτράρονται στη μύτη και το λάρυγγα και δεν προκαλούν προβλήματα, αλλά σωματίδια μικρότερα από 10 μ (PM10), μπορούν να εγκατασταθούν στους βρόγχους και τους πνεύμονες.

Ομοίως, τα σωματίδια μικρότερα από 2,5 μ (PM2.5), τείνουν να εισχωρήσουν σε περιοχές ανταλλαγής αερίων του πνεύμονα.



# ΚΑΥΣΗ-ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ

## PM

Τα PM<sub>2.5</sub> μπορούν να οδηγήσουν σε υψηλές επικαθήσεις αιμοπεταλίων στις αρτηρίες, προκαλώντας αγγειακή φλεγμονή και αθηροσκλήρωση η οποία μπορεί να οδηγήσει σε καρδιακά επεισόδια και άλλα καρδιαγγειακά προβλήματα. Ερευνητές δηλώνουν ότι ακόμη και μικρής διάρκειας έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στις καρδιακές παθήσεις.

Μια από τις μεγαλύτερες μελέτες στις ΗΠΑ για τα PM (JAMA, 2008) βρήκε αποδεικτικά στοιχεία για τη σύνδεση με τις εισαγωγές στο νοσοκομείο για καρδιαγγειακές παθήσεις,. Επίσης υπάρχουν στοιχεία που δείχνουν ότι τα σωματίδια μικρότερα από 100 νμ μπορεί να περάσουν μέσα από τις κυτταρικές μεμβράνες και να μεταναστεύσουν σε άλλα όργανα, συμπεριλαμβανομένου του εγκεφάλου. Επιπλέον, αυτά τα σωματίδια αιθάλης μεταφέρουν καρκινογόνα στοιχεία όπως ΠΑΥ προσροφημένα στην επιφάνειά τους.

Επόμενως γίνονται προτάσεις για νέες νομοθετικές ρυθμίσεις για τον περιορισμό των σωματιδίων επιφάνειας ή του αριθμού των σωματιδίων.

Εκτιμάται ότι η ρύπανση από σωματίδια (PM) θα προκαλέσει 22000-52000 θανάτους ετησίως στις ΗΠΑ (από το 2000) και 200.000 θανάτους ετησίως στην Ευρώπη.

# ΚΑΥΣΗ-ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ

## CO

Το CO είναι αέριο άχρωμο και άγευστο παράγεται κυρίως λόγω της ατελούς καύσης υδρογονανθράκων.

Λόγω μικρής ταχύτητας διάχυσης, δημιουργεί πρόβλημα στην περιοχή όπου εκπέμπεται.

Αντιδρά με την αιμοσφαιρίνη και προκαλεί ελλειμματική οξυγόνωση των ιστών σύμφωνα με την αντίδραση



Concentration

35 ppm (0.0035%)

100 ppm (0.01%)

200 ppm (0.02%)

400 ppm (0.04%)

800 ppm (0.08%)

1,600 ppm (0.16%)

3,200 ppm (0.32%)

6,400 ppm (0.64%)

12,800 ppm (1.28%)

Symptoms

Headache and dizziness within six to eight hours of constant exposure

Slight headache in two to three hours

Slight headache within two to three hours; loss of judgment

Frontal headache within one to two hours

Dizziness, nausea, and convulsions within 45 min; insensible within 2 hours

Headache, tachycardia, dizziness, and nausea within 20 min; death in less than 2 hours

Headache, dizziness and nausea in five to ten minutes. Death within 30 minutes.

Headache and dizziness in one to two minutes. Convulsions, respiratory arrest, and death in less than 20 minutes.

Unconsciousness after 2-3 breaths. Death in less than three minutes

# ΚΑΥΣΗ-ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ

Απορρίμματα κατάλληλα προς καύση  
πρέπει να έχουν

- 1) θερμογόνο δύναμη ~ 2500 kcal/kg
- 2) ελάχιστη υγρασία

τυπική σύσταση A προς κάυση μπορεί να θεωρηθεί η κάτωθι

C	22.6%
H	2.8%
Hum	31.2%
Τέφρα/αδρανή	26.8%

Απορρίμματα με χαμηλή θερμογόνο δύναμη--- + προσθήκη καύσιμης ύλης

Απαιτούμενη προεργασία

- 1) Ομογενοποίηση με θραύση
- 2) Αφαίρεση σιδήρου και άλλων μεταλλικών υλικών
- 3) Απομάκρυνση πλαστικής ύλης
- 4) Ομογενοποίηση χάρτου

# ΚΑΥΣΗ-ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ

## Προϋποθέσεις για την επιτυχή καύση

- 1) επαρκής ποσότητα καύσιμου υλικού και οξειδωτικού μέσου ( $O_2$ ) στην εστία καύσης
- 2) επίτευξη της επιθυμητής θερμοκρασίας ανάφλεξης
- 3) σωστή αναλογία μίγματος (καύσιμης ύλης - οξυγόνου)
- 4) συνεχής απομάκρυνση των αερίων τα οποία παράγονται κατά την καύση
- 5) συνεχής απομάκρυνση των υπολειμμάτων της καύσης

# ΧΥΤΑ

## Μέθοδοι διάστρωσης

- **Επιφανειακή μέθοδος (area method)**
  - απόθεση των απορριμμάτων σε στρώσεις σε όλη την επιφάνεια του χώρου.
  - Ενδείκνυται σε περιπτώσεις υψηλού υπογείου ορίζοντα
  - Απαιτείται η μεταφορά υλικού κάλυψης από άλλους χώρους
- **Μισγάγγεια**
  - Ενδείκνυνται εκτάσεις σε πλαγιές, ρέματα, λατομεία, φαράγγια
  - Επιφανειακή αποστράγγιση και η παροχέτευση των επιφανειακών απορροών

# ΚΑΥΣΗ-ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ

Μια ολοκληρωμένη μονάδα αποτέφρωσης αποτυπώνεται στον παρακάτω σύνδεσμο

<http://www.londonwaste.co.uk/media/schematic.html>

# ΚΑΥΣΗ-ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ

- Η ιδανική κατάσταση είναι η θερμότητα που απελευθερώνεται κατά την καύση να χρησιμοποιείται για παραγωγή ενέργειας
- η ανάκτηση της ελευθερούμενης θερμότητας μειώνει το κόστος της αποτέφρωσης
  - δυναμικότητα < 20000 τ/έτος ---μη αποδοτική
  - δυναμικότητα 20000-60000 τα/έτος ---παραγωγή θερμού νερού ή ατμού χαμηλής πίεσης
  - δυναμικότητα >60000 τα/έτος ---παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

## ΚΑΥΣΗ-ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ

Όλες οι κατηγορίες υπολείμματος από τη θερμική επεξεργασία απαιτούν προσεκτική διαχείριση. Η διάθεση σε χώρο ταφής πρέπει να λαμβάνει υπόψη την εκπλυσιμότητα των διαφόρων συστατικών που περιέχουν τα υπολείμματα αυτά. Η ιπτάμενη τέφρα περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων, διαλυτών αλάτων, οργανικών και την υψηλότερη περιεκτικότητα από όλα τα κατάλοιπα σε χλωριωμένες οργανικές ενώσεις. Θεωρείται επικίνδυνο απόβλητο και αν δεν εφαρμοστεί κάποια μέθοδος αδρανοποίησής της θα πρέπει να διατεθεί σε χώρο διάθεσης επικίνδυνων αποβλήτων. Η τέφρα βάσης μπορεί να διατεθεί μετά την ψύξη της σε ΧΥΤΑ αλλά συνήθως αξιοποιείται στην οδοποιία.



# ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ

Μέθοδος με ελάχιστη εφαρμογή στην Ελλάδα μέχρι τώρα λόγω

- 1) Πλημμελούς ενημέρωσης του κοινού/αγροτών
- 2) «Ψυχολογικοί» λόγοι (εδαφοβελτιωτικό από απορρίμματα)
- 3) Υψηλή τιμή
- 4) Όχληση από μονάδες κομποστοποίησης
- 5) Μικρή\* αύξηση ζήτησης βιολογικών προϊόντων

# ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ

## Τι είναι η κομποστοποίηση

Η κομποστοποίηση βασίζεται στη δράση μικροοργανισμών, οι οποίοι διασπούν τις οργανικές ενώσεις που περιέχονται στο υλικό εισόδου. Το τελικό προϊόν είναι ένα σταθεροποιημένο στερεό υλικό το κομπόστ, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν εδαφοβελτιωτικό στη γεωργία ή για άλλες χρήσεις. Παράλληλα παράγεται διοξείδιο του άνθρακα νερό και θερμότητα.

# ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ

## Παράμετροι κομποστοποίησης

### 1) σύσταση υποστρώματος

Κατά κύριο λόγο το κλάσμα C/N το οποίο πρέπει να είναι σχετικά μικρό. Κλάσμα 25/1 θεωρείται καλό ενώ 40-50/1 θεωρείται προβληματικό. Η προσθήκη ιλύος από Β.Κ. είναι αποτελεσματική. Επίσης το κλάσμα C/P πρέπει να κυμαίνεται 75-150/1

### 2) μέγεθος των συστατικών του υποστρώματος

Το μίγμα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν ομογενές με μικρούς κόκκους το οποίο πραγματοποιείται με θραύση και ανάμιξη

### 3) καθαρότητα του υποστρώματος (ύπαρξη προσμίξεων)

Η ύπαρξη μη ζυμώσιμων προσμίξεων μειώνει κατά πολύ την αποτελεσματικότητα

- αφαίρεση ογκωδών αντικειμένων
- ανάκτηση σιδηρούχων και άλλων μετάλλων
- αφαίρεση άλλων μη ζυμώσιμων (βαλλιστικά κόσκινα)
- αφαίρεση μεγάλων χαρτονιών

# ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ

Παράμετροι κομποστοποίησης

4) υγρασία του υποστρώματος  
βέλτιστη 45-55%. Βιώσιμη όρια 30-70%

5) pH του υποστρώματος  
Αποδεκτά όρια 5-7%

6) θερμοκρασία του υποστρώματος  
Αποδεκτά όρια 55-60 C

7) αερισμός του υποστρώματος  
Με γύρισμα των απορριμμάτων  
Με συνεχές ανακάτεμα  
Με εισαγωγή αέρα μέσω διάτρητων σωλήνων

# ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ

<http://www.youtube.com/watch?v=aKlauRA7ugI>