

# Η σημασία των δοκιμών Τοξικότητας για ασφαλή απόρριψη ή επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων

*Δρ Στέλλα Κάννα-Μιχαηλίδου*  
Εργαστήριο Οικοτοξικολογίας,  
Γενικό Χημείο του Κράτους  
Λευκωσία

Email: [stellacm@spidernet.cy.com](mailto:stellacm@spidernet.cy.com)



# Δομή της παρουσίασης

- Σύγχρονες αντιλήψεις ολοκληρωμένου έλεγχου αποβλήτων και Προοπτική
  - Προσέγγιση
  - Δοκιμές τοξικότητας
    - Στην Κύπρο
    - Νέες Δοκιμές
  - Προδιαγραφές- Νομοθεσία
  - Παραδείγματα -Αποτελεσματικότητα

# Ολιστική Προσέγγιση στον Έλεγχο του Περιβάλλοντος

1. Τα αριθμητικά όρια
2. Τα περιγραφικά {narrative}
  - Μή υποβάθμιση της παρούσας ποιότητας και δυνατότητας χρήσης πχ του νερού
    - μή απόριψη τοξικών ουσιών σε τοξικές ποσότητες
    - Ελαχιστοποίηση της ρύπανσης σε ευαίσθητες περιοχές και βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος

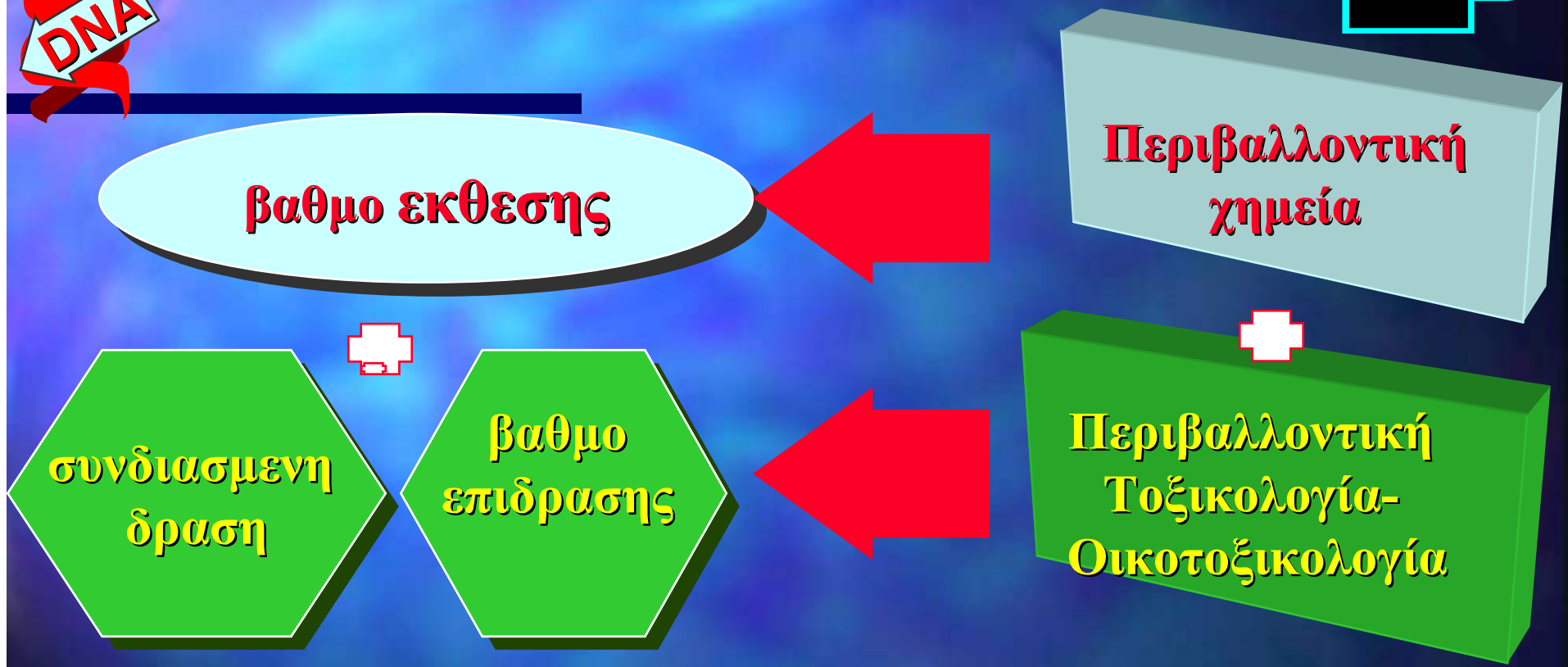
- Αρχές της πρόληψης και της πρόδρασης  
«Precautionary Principle»
- Την ανάγκη ύπαρξης αποδεικτικών στοιχείων, έχει υποκαταστήσει η ύπαρξη στοιχείων “λογικής δυνατότητας”

# Βασικές Πρόνοιες των Προτεινόμενων Κανονισμών απόρριψης ή επαναχρησιμοποίησης των αποβλήτων

- Τα επεξεργασμένα απόβλητα δεν απορρίπτονται σε φράγματα που χρησιμοποιούνται για σκοπούς παραγωγής ποτίμου νερού ή σε ρυάκια που έμμεσα ή άμεσα σχετίζονται με το σύστημα υδροδότησης.
- Τα επεξεργασμένα απόβλητα που απορρίπτονται σε φράγματα, λίμνες ή ρυάκια ή χρησιμοποιούνται για σκοπούς άρδευσης **δεν μπορούν να περιέχουν ενώσεις ή στοιχεία σε τέτοιες συγκεντρώσεις που από μόνα τους ή σε συνδυασμό μπορούν να αναπτύξουν τοξικότητα** πέραν των καθορισμένων κριτηρίων μεγέθους και συχνότητας.
- Η τοξικότητα μπορεί να προσδιορίζεται χημικά ή / με δοκιμές τοξικότητας ή και με συνδυασμό των δύο.



# Η ολοκληρωμένη Τεχνική Προσέγγιση

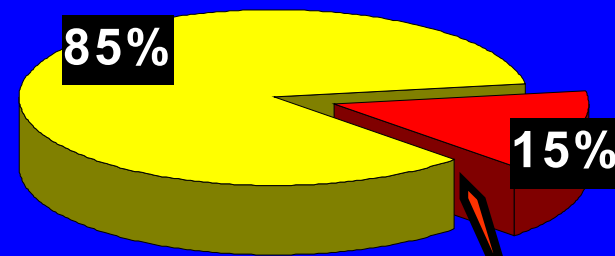


Η περιβαλλοντική Τοξικολογία εκτιμα εκ των προτερων τις πιθανές επιπτώσεις το είδος και μέγεθος και μπορεί να προβλέψει και να συμβάλει στην πρόληψη

# ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ: ΓΙΑΤΙ ??

- Ο Άνθρωπος και το Οικοσύστημα εκτίθενται σ'ένα «χημικό κοκτέϊλ»
- Από την πλειάδα των ουσιών που υπάρχουν στα νερά μόνο ένας περιορισμένος αριθμός προσδιορίζονται μόνο με χημικές μεθόδους και απ'αυτές για πολύ λίγες έχουν καθοριστεί όρια
- Με τις Χημικές μεθόδους δεν μπορούν να εκτιμηθούν οι τοξικές ή άλλες αλληλεπιδράσεις των χημικών ουσιών που επίσης εξαρτώνται από τη βιοδιαθεσιμότητα και τις

**EPA/USA:  
10-20%**



ΣΚΜιγαηλιδου

# ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ: ΓΙΑΤΙ

?? .....συνέχεια

- Για αρκετές ουσίες πχ τις γονοτοξικές το όριο βιολογικής επιδράσης είναι χαμηλότερο του αναλυτικού ορίου προσδιορισμού
- Οι βιολογικές μέθοδοι
  - καταμετρούν και ολοκληρώνουν τις συνολικές επιδράσεις των τοξικών ουσιών σε ζωντανούς οργανισμούς ακόμα κι αν οι ουσίες δεν έχουν προσδιοριστεί/ ταυτοποιηθεί ή δεν έχουν τοξικολογικά διευκρινιστεί

# Αποτελεσματικά συστήματα παρακολούθησης

Λυση

Μή απόρριψη  
τοξικών ουσιών  
σε τοξικές ποσότητες

## Ολιστική & Ολοκληρωμένη

1. **τεχνική προσέγγιση παρακολούθησης/διερεύνησης**
  - Χημική
  - Οικοτοξικολογική
    - Δοκιμές τοξικότητας
    - Βιοπαρακολούθηση
2. **Ολιστική αξιολόγηση**
  - Νομικά όρια
  - περιβαλλοντικά κριτήρια
  - Δείκτες για μετατροπή των δεδομένων σε πληροφορία



# Οι μετρήσεις τοξικότητας

- Οι παράμετροι τοξικότητας είναι παράμετροι δείκτες συνολικού φορτίου χημικών ουσιών όπως ακριβώς το BOD, το COD και το pH,
- Καταμετρούν τις πραγματικές συνολικές τοξικές επιδράσεις των τοξικών ουσιών, όπως αυτές αναπτύσσονται μέσα στις συγκεκριμένες φυσικές συνθήκες και κάτω από την ταυτόχρονη επίδραση άλλων ουσιών.
- οι παράμετροι τοξικότητας είναι εκλεκτικές στις βιοδιαθέσιμες ουσίες

# Οι μετρήσεις τοξικότητας

- παρέχουν την δυνατότητα έγκαιρης επισήμανσης βιολογικά δραστικών ουσιών, ακόμα κι όταν
  - Η χημική ταυτοποίηση τους είναι αδύνατη
  - Ή η τοξικολογική σημασία τους δεν έχει πλήρως διασαφηνισθεί.
- Σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα του χημικού ελέγχου, ενισχύουν τις δυνατότητες ανίχνευσης κι αξιοποιούνται στην έγκαιρη λήψη μέτρων πρόληψης.

# Μετρήσεις Τοξικότητας στον έλεγχο αποβλήτων

---

- Εργαλεία ελέγχου (κριτήρια αδειοδότησης)
- Την πρόβλεψη και πρόληψη επιπτώσεων στους αποδέκτες
- Έγκαιρη επισήμανση τυχαίας «ρύπανσης»
  - Ενισχύουν τις προσπάθειες βελτίωσης τεχνολογιών επεξεργασίας

# Ολοκληρωμένη – Πολυ-επίπεδη προσέγγιση (Tier Approach:

## ■ Επίπεδο I

- ✘ Παραμετροί σάρωσης ή/ και βάσει πληροφοριών ειδική ανάλυση
- ✘ πολυδύναμες μέθοδοι (multi detection)
- ✘ Δοκιμές τοξικότητας συνήθως με microbiotests
- ✘ Αξιολόγηση-σχεδιασμός του επιπέδου II

## ■ Επίπεδο II

- ✘ Εξειδικευμένες χημικές αναλύσεις και επιβεβαίωση
- ✘ Πρόσθετες δοκιμές τοξικότητας, γονοτοξικότητας

## ■ Βιοπαρακολούθηση

# Τεχνικές προσέγγισεις με εφαρμογή δοκιμών τοξικότητας

- **Δοκιμές τοξικότητας** : Οξεία τοξικότητα , γονοτοξικότητα , χρόνια , δοκιμές ενδοκρινικής διατάραξης
- **Βιοκατευθυνόμενη χημική κλασμάτωση** (εφαρμογή σε τοξικά απόβλητα διαφόρου προέλευσης )
  - Εκχύλιση σε διάφορα pH, ή με διάφορους διαλύτες, ή σε υλικά προσρόφησης ή βιο- μιμητική εκχύλιση , ή κλασμάτωση με HPLC (σταδιακή έκλυση).
  - Τα εκχυλίσματα / κλάσματα υποβάλλονται σε δοκιμή τοξικότητας
  - Εντοπίζεται το πιο τοξικό και υποβάλλεται σε λεπτομερή χημική ανάλυση

- **Ταυτοποίηση και αξιολόγηση της αιτίων της Τοξικότητας "Toxicity Identification Evaluation"**
  - Μετά τον προσδιορισμό της τοξικότητας το δείγμα υποβάλλεται σε διάφορες χημικές διεργασίες εκλεκτικές στη δέσμευση ομάδων χημικών ουσιών , πχ επεξεργασία με EDTA /δέσμευση μετάλλων
  - επαναπροσδιορίζεται η τοξικότητα , και διαπιστώνεται η κύρια/ες χημική/ες κατηγορία/ες στη οποία οφείλεται η τοξικότητα
  - Ακολουθεί λεπτομερής χημική ανάλυση -επιβεβαίωση

# Δοκιμές Τοξικότητας και Νομοθεσία

- Στις ΗΠΑ αποτελούν μέρος των όρων αδειοδότησης των βιομηχανιών
- Στην Ευρώπη
  - Δεν καλύπτονται προς το παρόν από ενιαία Κοινοτική Νομοθεσία
  - Αποτελούν μέρος εθνικών Νομοθεσιών . Χώρες με παράδοση η Ολλανδία, Γερμανία ,Γαλλία, Ιρλανδία Δανία , Σουηδία, Νορβηγία , Ελβετία και το ΗΒ
    - αδειοδοτήσεις απόρριψης , κριτήρια φορολογίας αποβλήτων και κίνητρα για καθαρότερες βιομηχανίες κλπ.

# Στην Κύπρο

## “Προκαταρκτικές προδιαγραφές

- συχνότητα και είδος των δοκιμών
- Καθορισμός των κριτηρίων για απόρριψη σε αποδέκτες ή και για αρδευση
- Αποδεκτές αποκλίσεις



# «Το πακέτο» δοκιμών τοξικότητας / Battery» του Εργαστηρίου Οικοτοξικολογίας

## Οξεία τοξικότητα

- **Microtox test™** : *Photobacterium phosphoreum* (*Vibrio fischeri*)
- **Daphtoxkit F™ Magna**: Crustacean Toxicity test for Freshwater, with *Daphnia magna* Straus

## Ημιχρόνια τοξικότητα

- **Algaltoxkit F™** : 72 hours Algal growth inhibition test with *Selenastrum capricornutum* or *Raphidocelis subcapitata*

## Γονοτοξικότητα

- **Mutatox test: Direct and after S9 activation::** Dark Mutant of *Photobacterium phosphoreum* (*Vibrio fischeri*)

# Σύγχρονες τάσεις για την προώθηση των δοκιμών

- Κοινά συμφωνημένο πλαίσιο – κοινοί στόχοι αλλά ευελιξία στην επιλογή δοκιμών και σχεδίου παρακολούθησης
- Ενσωμάτωση σχετικών κριτηρίων στο νομικά κατοχυρωμένο χημικό και μικροβιολογικό σύστημα
- Ανάπτυξη γρήγορων, τυποποιημένων και αποτελεσματικών / χαμηλού κόστους δοκιμών
- Δοκιμές προσαρμοσμένες σε ιδιαιτερότητας
- **Ανάπτυξη κριτηρίων ποιότητας αποβλήτων και αποδέκτη ως τον 1ο πυλώνα**



**νομοθετημένων ορίων**

# Δοκιμές Τοξικότητας: επιλογές

- Για εντοπισμό των επιπτώσεων χρειάζεται ένα πακέτο δοκιμών τοξικότητας (Battery of tests) που να στοχεύουν σε διαφορετικά
  - επίπεδα τροφικής αλυσίδας πχ βακτήρια, άλγη, ψάρια , και
  - είδη τοξικής δράσης πχ οξεία, χρόνια , γονοτοξικότητα, ενδοκρινική διατάραξη
- Κριτήρια επιλογής
  - ευαισθησία
  - Συμπληρωματικότητα επιδράσεων
  - Δυνατότητα τυποποίησης
  - Απλότητα –ευκολία εφαρμογής
  - Χαμηλού κόστους/ μεγάλης αποτελεσματικότητας
  - Οικολογικά σημαντικές

Παραδοσιακές δοκιμές  
Vs  
μικροβιοδοκιμές

# Μικροδοκιμές / microbiotests

## Ορισμός :

Εκθεση μονοκύταρου ή μικρού πολυκύταρου οργανισμού για καταμέτρηση συγκεκριμένης τοξικής επίδρασης

## Εφαρμογές

- Ιεράρχηση/κατάταξη χημικών ουσιών
- Γρήγορη αναγνώριση οικοτοξικολογικών προβλημάτων
- Συστηματική παρακολούθηση
- ως εργαλείο βιο-κατευθυνόμενης χημικής έρευνας

# Μικροδοκιμές / microbiotests

## Πλεονεκτήματα

1. Οι μικροδοκιμές αυξάνουν :

- τη σχέση αποτελέσματος /κόστους
- την δυνατότητα τυποποίησης (standardization) και συγκρισιμότητας
- την διαγνωστική δύναμη /δυνατότητα των συστημάτων παρακολούθησης και εκτίμησης κινδύνων
- Και είναι συμβατές με τη πολιτική για μείωση των δοκιμών σε ανώτερους οργανισμούς

2. Μειώνουν τα λειτουργικά και τα κόστα υποδομής



# «Το πακέτο» δοκιμών τοξικότητας ... το επόμενο βήμα: Δοκιμές ενδοκρινικής διατάραξης

Οι ενδοκρινικοί διαταράκτες επηρεάζουν μηχανισμούς που σχετίζονται με τη λειτουργία του ενδοκρινικού συστήματος, δηλ

- με την ανάπτυξη,
- την αναπαραγωγή και
- την συμπεριφορά του ανθρώπου και της άγριας πανίδας.

Παρεμβάλλονται στη λειτουργία του ενδοκρινικού συστήματος με 3 τουλάχιστον δυνατούς τρόπους:

- Μιμούμενοι την δράση μιας φυσικά παραγόμενης ορμόνης,
- Καταλαμβάνοντας τους υποδοχείς όπου κατευθύνονται οι ορμόνες
- Επηρεάζοντας την σύνθεση, μεταφορά, μεταβολισμό και απέκκριση ορμονών,

# Παραδείγματα

# Ολοκληρωμένος Έλεγχος Αποβλήτων & Νερών

3

2

Συνολικοί δείκτες

- COD
- BOD
- pH

• ΣΤΟΙΧΙΚΟΤΗΤΑ

Καταμέτρηση  
Συγκέντρώσεων  
& Επιπτώσεων  
των Ρυπαντών

1

Έλεγχος  
Αποβλήτου

Επιμέρους Χημικές  
και Μικροβιολογικές  
παράμετροι

Έλεγχος  
Αποδέκτη

Βιοπαρακολούθηση



# Επαναχρησιμοποίηση αστικών λυμάτων για εμπλουτισμό του Υδροφορέα Ακρωτηρίου

Κ. Μιχαήλ, Μ. Χριστοδουλίδου, Γ Καθητζιώτης, ΑΚρασιά, Α. Γεωργίου, Στ. Κ. Μιχαηλίδου  
ΤΑΥ & ΓΧΚ

Ο βιολογικός σταθμός του ΣΑΛΑ έχει χωρητικότητα περίπου 70.000p.e (περίπου  $8.5 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/έτος).

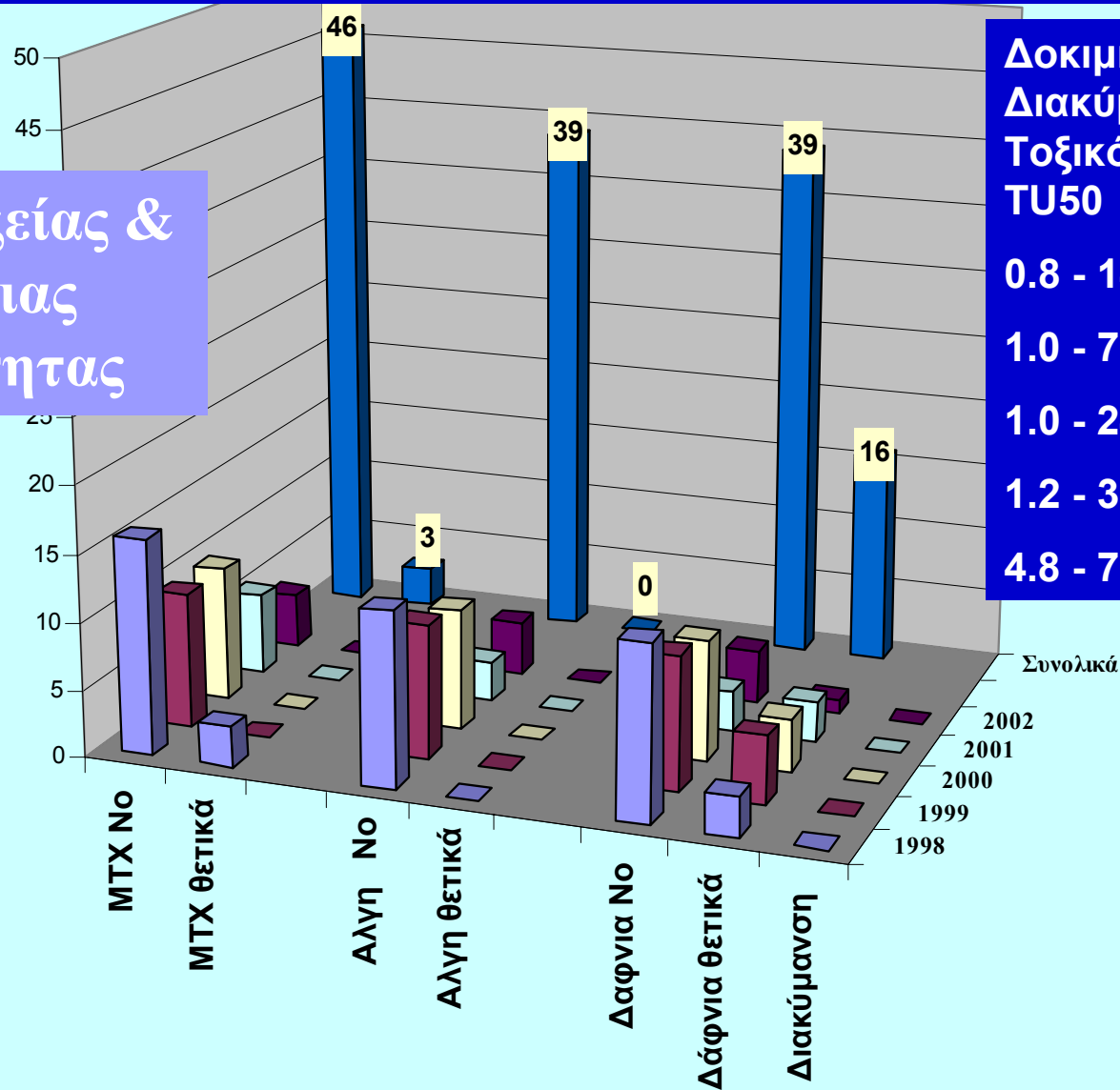
Η επεξεργασία: μέθοδος της ενεργούς υλός με παρατεταμένο αερισμό και μερική απομάκρυνση αζώτου

## Το Πρόγραμμα Παρακολούθησης Χημική –Μικροβιολογική – Τοξικολογική προσέγγιση

- Απόβλητο
- Υδροφορέας : Μετρήσεις βάσης πεδίου και μετέπειτα εξέλιξης
  - 11 διατρήσεις της περιοχής του δέλτα του ποταμού Κούρη
  - Υγροβιότοπο, αλυκή
  - θαλάσσια περιοχή πλησίον του δέλτα.

# Διαχρονική Παρακολούθηση Σταθμού Σάλα (Λεμεσού Αμαθούντος) 1998-2003

Δοκιμές οξείας & ημιχρόνιας Τοξικότητας

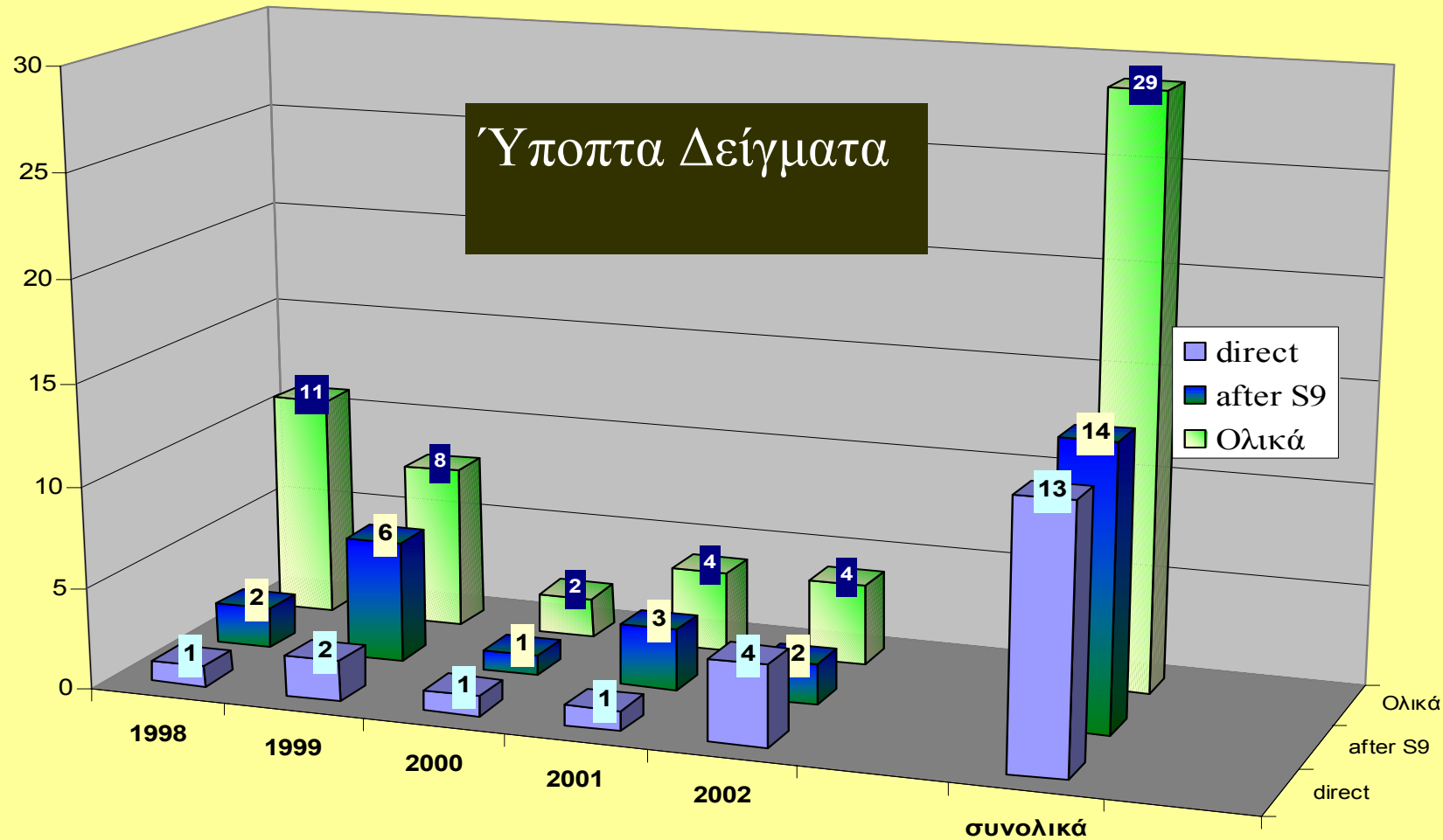


Δοκιμή Δάφνια Διακύμανση Τοξικότητας σε TU50

0.8 - 14.2	1998
1.0 - 7.7	1999
1.0 - 24.0	2000
1.2 - 31.3	2001
4.8 - 7.7	2002

# Διαχρονική Παρακολούθηση Σταθμού Σάλα (Λεμεσού Αμαθούντος) 1998-2003

Δοκιμές γονοτοξικότητας



# Αποτελεσματική παρακολούθηση αποβλήτων- Δοκιμές τοξικότητας ?

## Αναμενόμενα Οφέλη :

- ⇒ Ολοκληρωμένος έλεγχος – πιο αποτελεσματικός (cost-effective”)
- ⇒ Εγκαιρη επισήμανση προβληματικής λειτουργίας ή αλλαγής σύνθεσης αποβλήτων με δυνατότητα επανόρθωσης
- ⇒ Ενίσχυση της εμπιστοσύνης του κοινού για την ασφάλεια χρήσης
- ⇒ Μακροπρόθεσμη ασφάλεια και προστασία του Περιβάλλοντος, της υγείας και των Οικοσυστημάτων

Μή απόρριψη  
τοξικών ουσιών  
σε τοξικές ποσότητες

# Integrated Monitoring and Early Warning System for the Nicosia Sewage Treatment Plant at Mia Milia – Safe Reuse of Effluents

## The Aim

To provide the scientific basis and tools  
for safe reuse of effluents that can secure

“long term protection of Public Health and  
Ecosystem from chemicals and viruses which  
may originate from effluents”

TAY Efflu 03

UNOPSFEB02\_ST

ΣΚΜιχαηλιδου



## Partners:

State General Laboratory, Min. of Health

Sewerage Board of Nicosia



# Διερεύνηση Ρύπανσης από Βαφείο: Προβλήματα

## ΓΕΝΙΚΑ

- πολύπλοκα μείγματα μεταβαλλομενης σύνθεσης
- Ανυπαρξία ορίων
- Ανεπαρκή τοξικολογικά δεδομένα
- Οι πλείστες ενώσεις και μεταβολήτες
  - Πολικές-υδατοδιαλυτές

## Ειδικά

- Εν δυνάμει πολλαπλές

Πηγές ρύπανσης

- Ανεπαρκείς πληροφορίες

για τα χρησιμοποιούμενα

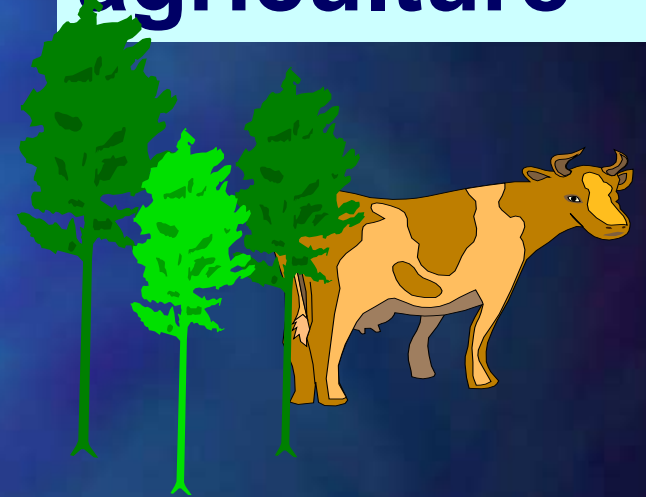
χημικά

# Η Υποθεση Εργοστασίου Βαφής

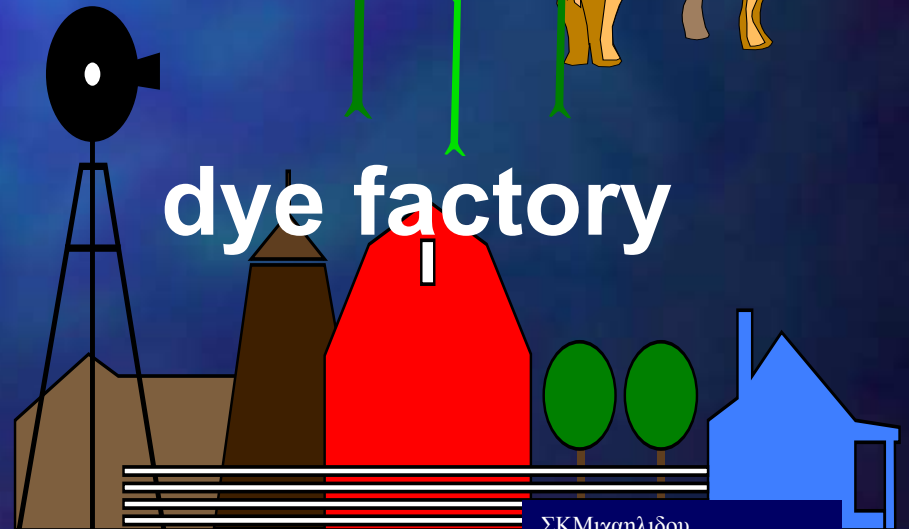


**wood factory**

**farming/  
agriculture**



**dye factory**



**• pollution  
• caused by which**

# 1η Φάση: η διερεύνηση

## 36 BHs

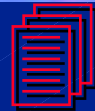
- **23 από τη περιοχή του εργοστασίου**
  - πλήσιον των δεξαμενών απόρριψης
  - πλησίον του εργοστασίου
- **13 από περιοχές αναφοράς**
  - Από την ευρύτερη γεωργική ζώνη, ανάντη
  - Από τη κτηνοτροφική ζώνη
  - Από την περιοχή του εργοστασίου ξυλείας
  - Από μια άλλη βιομηχανική περιοχή



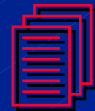
# Πρώτη Φάση: Πειραματικό

- Χαρακτηρισμός του αποβλήτου: Χημική και τοξικολογική
- pH -εκλεκτική εκχύλιση του αποβλήτου και του νερού των γεωτρήσεων, βιοκλασματική επιλογή (Microtox τεστ) του πλέον τοξικού κλάσματος
- Μελέτη των χρωματογραφικών προφίλ και σύγκριση
- Αξιολόγηση
  - ΒΗ Vs Απόβλητο
  - ΒΗ Vs με ΒΗ ς αναφοράς

# Πρώτη Φάση: Αποτελέσματα



Τα απόβλητα ήταν τοξικά έως πολύ τοξικά (Microtox test): EC50,5min TU = 3 – 67



11 BHs βρέθηκαν ρυπασμένες με χρωματογραφικά προφίλ που προσομοίαζαν με το χρωματογραφικό προφίλ του πλέον τοξικού κλάσματος του αποβλήτου

- Βαθμός προσομοίωσης 47-87%
- Σχετική απόκριση (διαφόρων ενώσεων): 0.2-4570%



Αποδείχτηκε ότι η ρύπανση των νερών δεν σχετιζόταν με το Εργοστάσιο Ξυλείας ή τη Γεωργική δραστηριότητα της περιοχής. Με βάση τα χρωματογραφικά αποτυπώματα η ρύπανση μπορούσε ν' αποδοθεί αποκλειστικά στο βαφείο

# Δευτερη Φαση: μετά την εγκατάσταση συστήματος “επεξεργασίας”

## Το «ροζ» απόβλητο :

*acute toxicity:*

*Microtox*

EC20: 8%

*genotoxicity :*

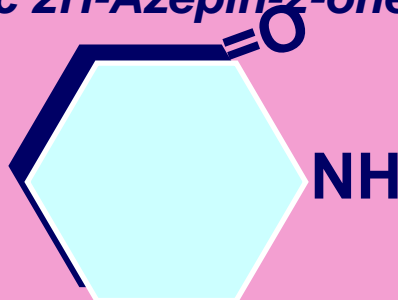
*Mutatox after S9 activation*

highly genotoxic **mutagenic**

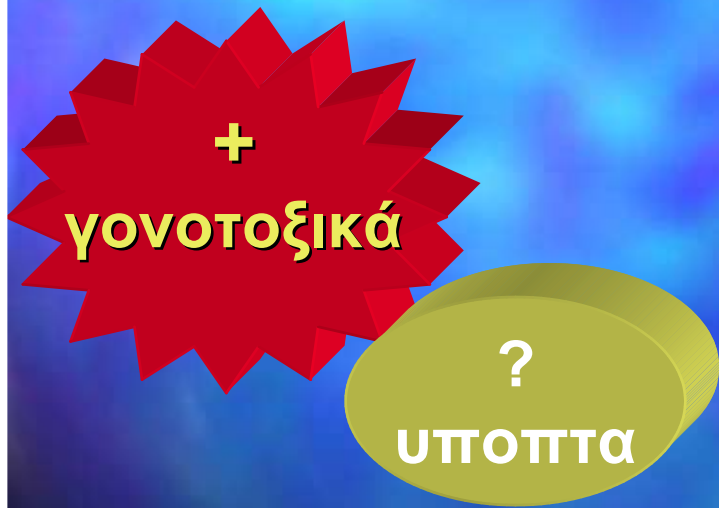
**LDC = 0,003%,**

*One compound eluted at 14,8 min was identified as the mutagenic 2H-Azepin-2-one, hexahydro or cabrolactam\**

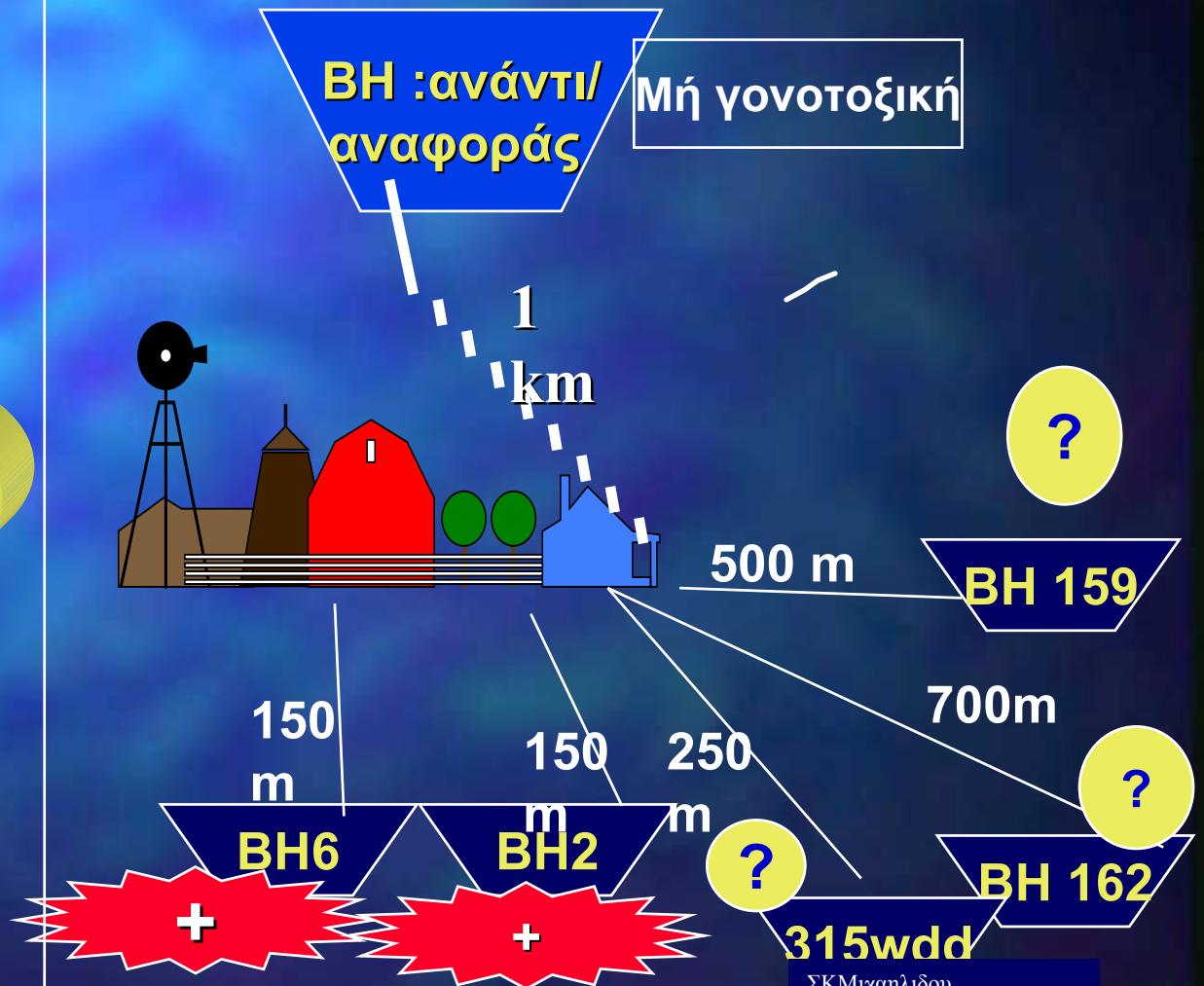
**GC/MS**



# Η δοκιμή γονοτοξικότητας: επεσήμανε τη ρύπανση του υπόγειου νερού στα πολύ αρχικά της στάδια



Οι γονοτοξικές ουσίες εκτός από μία δεν ήταν χημικά ανιχνεύσιμες



## Η ολοκληρωμένη /ολιστική προσέγγιση

Επειδή βασίζεται

- στη ολοκλήρωση των χημικών και βιολογικών μεθόδων και
- αξιοποιεί σχεδόν όλα τα διαθέσιμα Οικοτοξικολογικά δεδομένα

Επιχειρεί να εξαντλήσει όλες τις δυνατότητες της σύγχρονης τεχνολογίας και γνώσης μέχρις εκεί που η ίδια η πολυπλοκότητα και οι αβεβαιότητες του περιβάλλοντος οριοθετούν.

Συμβάλει στη έγκαιρη διάγνωση αναδύοντας «κρυμμένα» προβλήματα που δημιουργεί η σωρευτική ή συνδυασμένη επίδραση τοξικών ουσιών ακόμα και αν αυτές ευρίσκονται εντός αποδεκτών οριών

**Η χρήση ολιστικών δεικτών μπορεί να συμβάλει στη καλύτερη επικοινωνία μεταξύ ερευνητών-κοινού και πολιτικών και αμεσότερη διασύνδεση της έρευνας και της διαδικασία Λήψης Αποφάσεων**

■ Σας ευχαριστώ  
και σας για την  
προσοχή σας

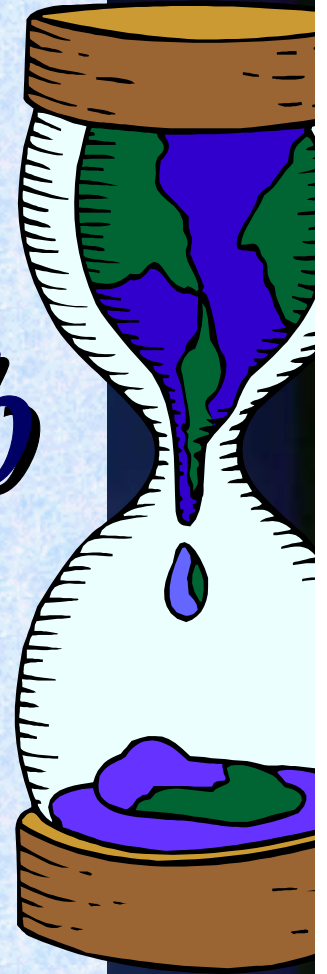


Table 1

**TOXICITY TESTING**  
**Limits of toxicity testing of recycled water from urban effluent**  
**for irrigation purposes**

Toxicity test	Irrigation <sup>1</sup>
<b>ACUTE TOXICITY</b>	Applies for uses 1,2,3
1. Microtox: <i>Photobacterium phosphorium</i>	
2. Algaltox 72hrs: <i>Selenastrum capricornutum</i>	
3. Daphtox: <i>Daphnia magna Straus</i>	
<b>MUTAGENICITY</b>	Applies for uses 1,2,3
Mutatox with or without activation with hepatic enzymes S9, <i>Organism: Vibrio fisheri</i>	
<b>ACCEPTED LIMITS</b>	
The results and limits are expressed in Toxic Units TU*	1. 75% of the samples should comply with the following criteria for Acute Toxicity : Microtox, Algae and Daphnia TU50≤1 2. Mutatox: No samples should be proved to be “positive” genotoxic to either the Direct or after S9 activation test

1. Toxicity testing at least twice /year

2. \* TU50, TU20: means toxic units for 50% and 20% effect of the testing organisms

Table 2

## Limits of toxicity testing of recycled water from urban effluent for discharge into Waterbodies

TOXICITY TEST	Discharge into Rivers	Discharge into Dams & Lakes
ACUTE TOXICITY	Applies	Applies
<b>1. Microtox: <i>Photobacterium phosphorium</i></b>		
<b>2. Algaltox 72hrs: <i>Selenastrum capricornutum</i></b>		
<b>3. Daphtox: <i>Daphnia magna Straus</i></b>		
MUTAGENICITY	Not mandatory	Applies
Mutatox with or without activation with hepatic enzymes S9 <i>Organism: Vibrio fisheri</i>		
<b>ACCEPTED LIMITS</b>		
The results and limits are expressed in Toxic Units TU*	Provided the amount of effluent discharged is $\leq 10\%$ of the running river capacity and the river is not used for drinking water, then the 75% of the samples should have <b>Microtox: TU50<math>\leq</math>1 and TU20<math>\leq</math>1.5 and Algae and Daphnia : TU50<math>\leq</math>1</b>	Provided the amount of effluent discharged is $\leq 3\%$ of the stored water capacity and the water is not to be used for irrigation, then 1. The 75% of the samples should have <b>Microtox: TU50<math>\leq</math>1 and TU20<math>\leq</math>1.5 &amp; Algae or Daphnia : TU50<math>\leq</math>1 2. Mutatox: No samples should be proved to be “positive” genotoxic to either the Direct or after S9 activation test</b>



# Integration in Environmental Monitoring

---

- **Investigation** ✓
  - chemical, virological ,  
microbiological and toxicity
  - Effluent and receiving water
- **Evaluation: Holistic and Integrative – Development of Indices**

# AMOEBEA-Effluent: Parameters per Index

ISI Irrigation (29)	TPI Toxic Potential (39)	TEI Toxic Effect (7)	HRI Health Risk (8)	WEI Water Eutrofication (4)
pH, alkalinity, conductivity	<b>Metals</b>	Algae	Faecal streptococci FS	Total Kjeldahl Nitrogen
BOD & COD	GC fingerprint	Daphnia	Eschericia coli EC	Total NH <sub>3</sub> -N
TSS,	LC profile	Microtox 20 &50	Enteroviruses	<b>NO<sub>3</sub>-N</b>
	GC-MS profile <b>LAS, QACs</b>	Mutatox with and without activation S9	F- bacteriophages (F-PHAGES)	Total P
	<b>PAHS, PCBS, VOCS</b>	<b>Endocrine disruptive activity</b>	B-bacteriophages BFB	
<b>NO<sub>3</sub>-N, Na, Cl,</b>			Somatic coliphages SC	
<b>SAR (Ca &amp; Mg &amp; Na)</b>			<b>Sulphite reducing clostridia SRC</b>	
			<b>Salmonella</b>	
<b>Metals (</b>				
TAY Efflu 03				

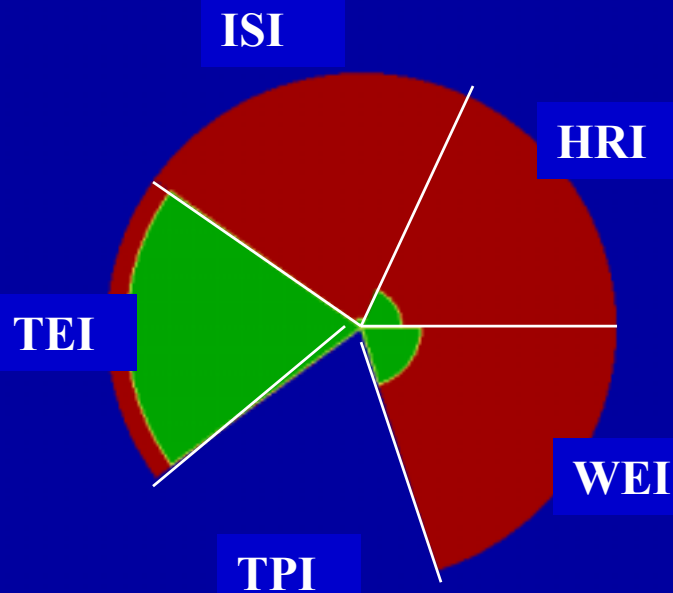
Ο περιφέρεια του κόκκινου κύκλου παριστά τις τιμές «στόχους» για τους δείκτες, ενώ η μετρηθείσες τιμές του κάθε δείκτη εμφανίζονται με πράσινο χρώμα.

Η τιμή «στόχος» είναι η τιμή του κάθε δείκτη που διασφαλίζει τη

μέγιστη δυνατή προστασία και αειφορία του Οικοσυστήματος

Όσο η τιμή του δείκτη αυξάνεται, προσεγγίζοντας την τιμή του

«στόχου» τόσο η ποιότητα του νερού βελτιώνεται και αντίστροφα.



# The Aim

---

**To provide the scientific basis and tools  
for safe reuse of effluents that can secure**

**“ long term protection of Public Health and  
Ecosystem from chemicals and viruses which  
may originate from effluents”**