

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ – ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ

Εαρινό Εξάμηνο

2^η Παρουσίαση

Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

- Η ποιότητα του υπόγειου, επιφανειακού νερού ή του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης είναι ιδιαίτερα σημαντική διότι καθορίζει τις χρήσεις του
- Ο χαρακτηρισμός του νερού ως πόσιμο πραγματοποιείται όταν η ποιότητά του συμμορφώνεται με τα όρια της ποιότητας που ορίζει η νομοθεσία
- Γενικά, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού διακρίνονται σε:
 - φυσικά
 - χημικά
 - βιοχημικά
 - μικροβιολογικά

Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

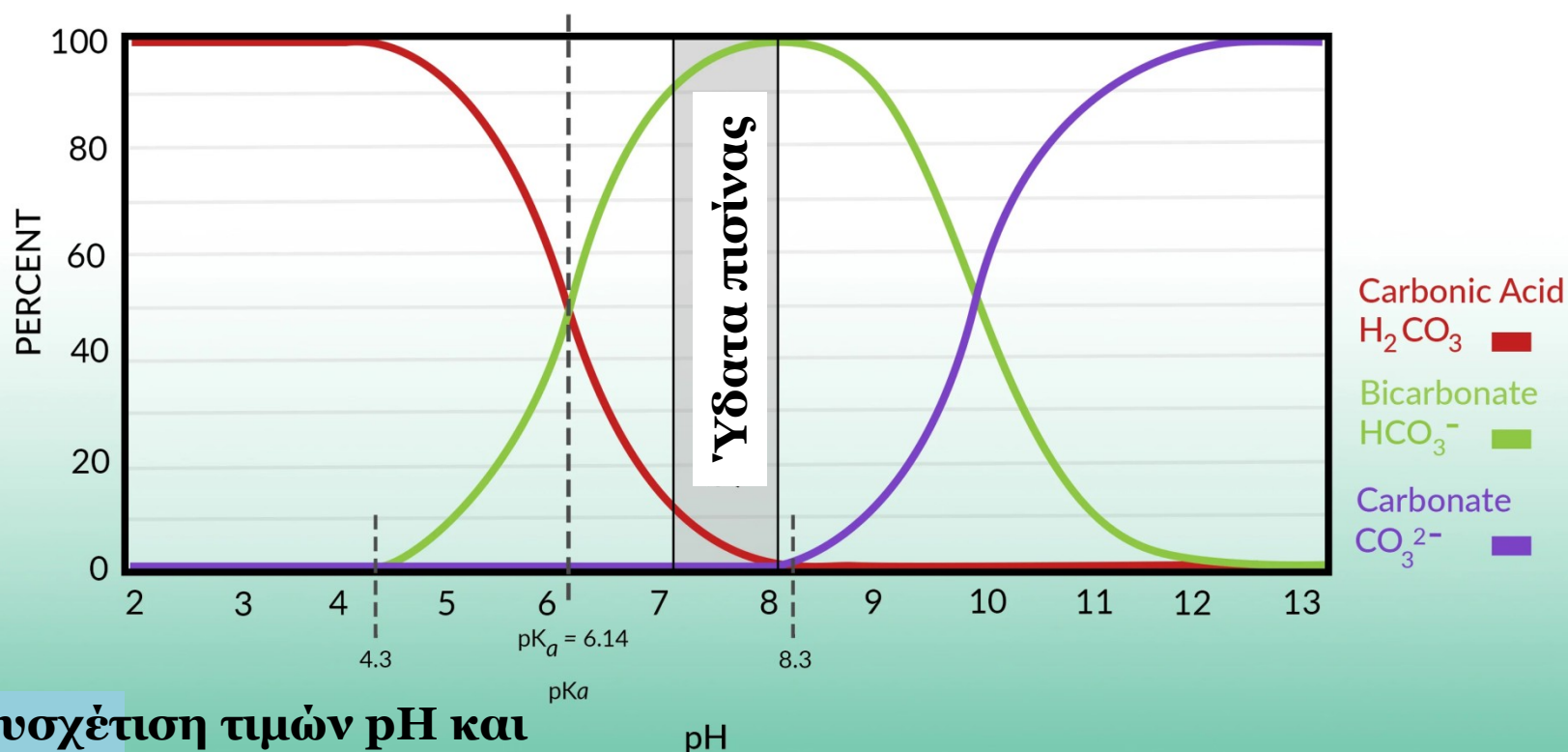
Φυσικά	Χημικά	Βιοχημικά	Μικροβιολογικά
Θερμοκρασία	pH	BOD	Βακτήρια
EC	Αλκαλικότητα	COD	Μύκητες
Στερεά	Ανιόντα	TOC	Πρωτόζωα
Θολότητα	Κατιόντα		Ιοί
Οσμή			
Γεύση			
Χρώμα			

Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

- Θερμοκρασία
 - ταχύτητα αντιδράσεων
 - ρυθμός ανάπτυξης των μικροοργανισμών
 - Διαλυτότητα οξυγόνου
- pH και αλκαλικότητα
 - Τα φυσικά ύδατα έχουν τιμές pH που κυμαίνονται μεταξύ 4 και 9, ενώ τιμές από 6,5 έως 8,5 θεωρούνται οι καταλληλότερες για τους μικροοργανισμούς.
 - Υπάρχει διαφορά ανάμεσα στο pH και στην αλκαλικότητα.

Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

ανθρακικό οξύ – όξινο ανθρακικό ιόν – ανθρακικό ιόν



Συσχέτιση τιμών pH και
μορφών ανθρακικών

Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

Τυπικά φυσικοχημικά χαρακτηριστικά αστικών υγρών αποβλήτων

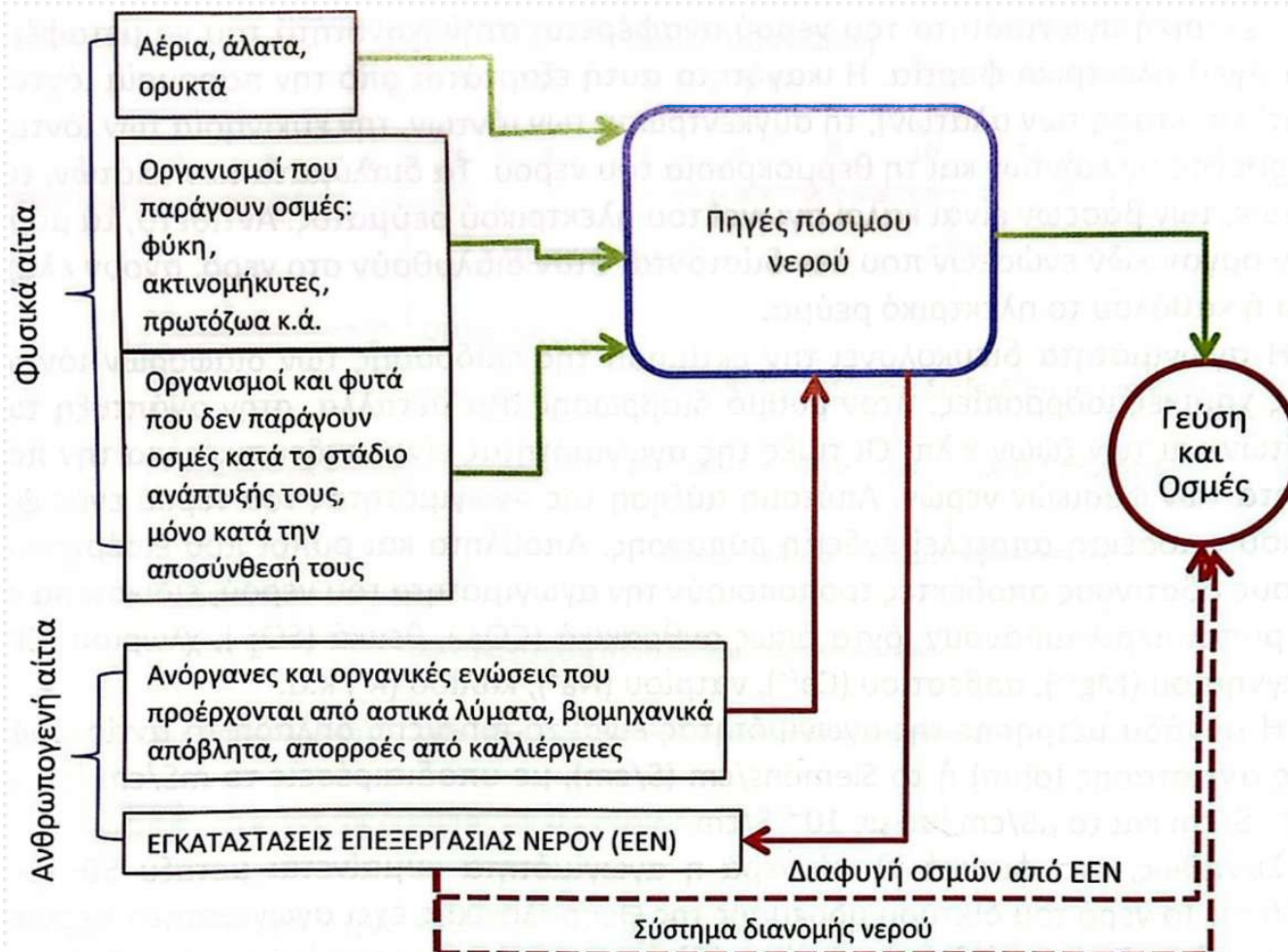
Παράμετρος	Τιμή
pH	6,8-7,8
EC (mS/cm)	1,0-1,5
BOD (mg/L)	280
COD (mg/L)	600
NH ₄ ⁺ (mg/L)	40
TKN (mg/L)	80
SS (mg/L)	300
VSS (mg/L)	160
PO ₄ ³⁻ (mg/L)	8-12
Αλκαλικότητα (mg CaCO ₃ /L)	400

Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

- Αγωγιμότητα
 - Οι τιμές της αγωγιμότητας είναι ενδεικτικές για την ποιότητα των φυσικών νερών, αλλά και των υγρών αποβλήτων.
- Ιόντα που επηρεάζουν την αγωγιμότητα
 - ανθρακικά
 - θειϊκά
 - χλωρίου
 - αμμωνιακά
 - ασβεστίου
 - νατρίου
- Σε φυσικά ύδατα κυμαίνεται από 50-1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- ΦΕΚ 3282/τ.Β' /19.09.2017 επιθυμητή $\text{EC} < 2,500 \mu\text{S}/\text{cm}$

Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

- Οσμή – γεύση (παράγοντες που τις επηρεάζουν)



Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

- **Χρώμα - Θολότητα**

- Το χρώμα είναι το αποτέλεσμα της απορρόφησης, ανάκλασης και σκέδασης του φωτός σε μια ποσότητα νερού
- Πράσινο ή μπλε: Συνήθως, προκαλείται από τη διάβρωση των χαλκοσωλήνων.
- Μαύρο ή σκούρο καφέ: Το σκούρο αυτό χρώμα συχνά προκαλείται από μαγγάνιο.
- Καφέ, κόκκινο, πορτοκαλί ή κίτρινο: Συνήθως, προκαλείται από σκουριά σιδήρου ή από διαλυμένες οργανικές ενώσεις, όπως τανίνες, χουμικές ή φουλβικές ενώσεις.
- Γαλακτούχο ή θολό: Συνήθως, προκαλείται από μικροσκοπικές φυσαλίδες αέρα.

Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

- Apparent color: αναφέρεται στο χρώμα ενός δείγματος νερού, χωρίς αυτό να έχει υποστεί επεξεργασία.
- True color: προσδιορίζεται έπειτα από διήθηση του νερού, ώστε να προηγηθεί η αφαίρεση όλων των αιωρούμενων σωματιδίων.
- Ο προσδιορισμός του χρώματος στηρίζεται στην οπτική σύγκριση του δείγματος με έγχρωμο διάλυμα γνωστής συγκέντρωσης που παρασκευάζεται στο εργαστήριο.
- Το διάλυμα αυτό περιέχει λευκόχρυσο (Pt) και κοβάλτιο (Co). Συγκεκριμένα ένα διάλυμα με αρχική προσθήκη $1.25\text{g K}_2\text{PtCl}_6$ και $1.00\text{g CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ σε αποσταγμένο νερό, προσθήκη στη συνέχεια 100.0 mL HCl και τελική αραίωση με αποσταγμένο νερό σε όγκο 1 L .
- 500 μονάδες κλίμακας Λευκόχρυσου/Κοβαλτίου (Pt/Co)

Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

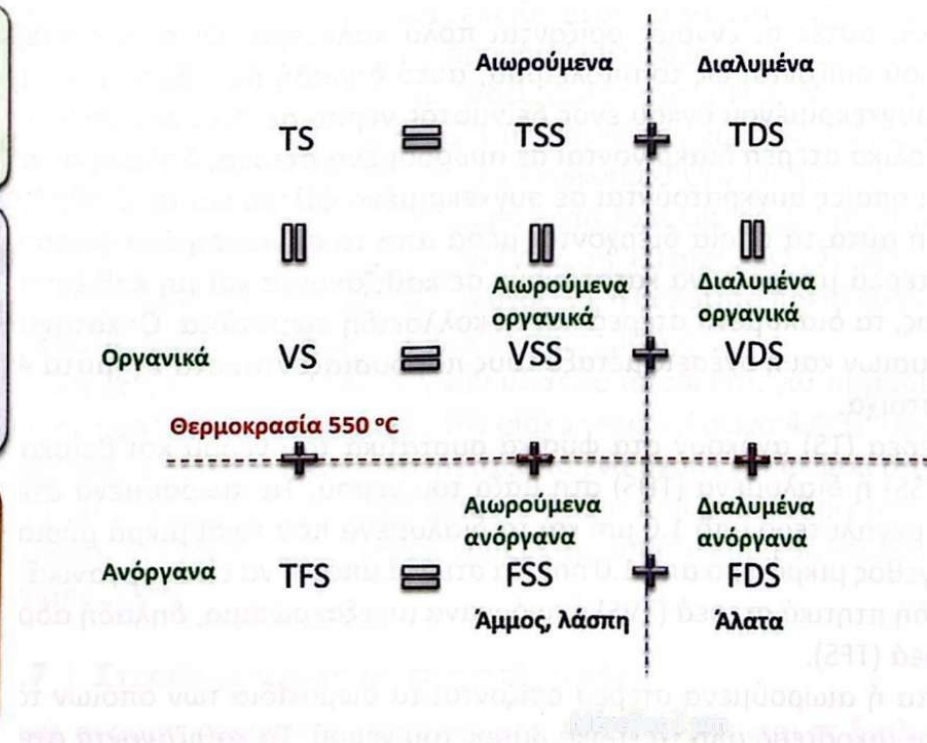
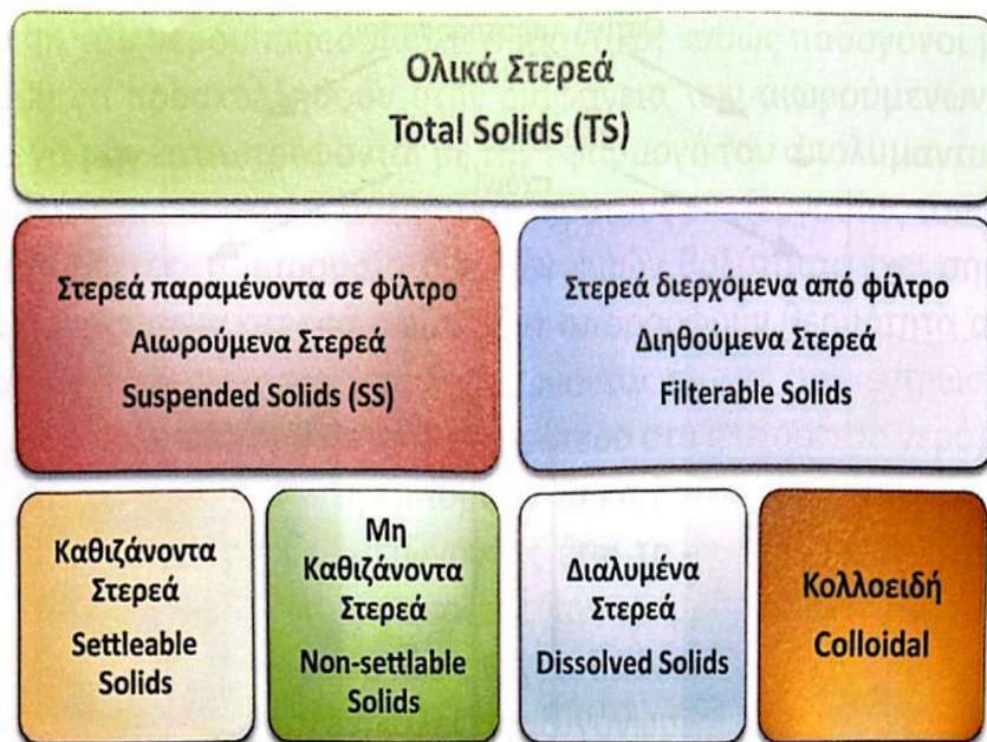
- Με διαδοχικές αραιώσεις αυτού του προτύπου διαλύματος λαμβάνονται διαλύματα με συγκεκριμένες τιμές χρώματος της κλίμακας Pt/Co. Το δείγμα συγκρίνεται με τα πρότυπα αυτά διαλύματα της κλίμακας Pt/Co και το αποτέλεσμα της παρατήρησης εκφράζεται σε mg/L
- Το ενδεικτικό επίπεδο χρώματος για το πόσιμο νερό είναι 1.0 mg/L της κλίμακας Pt/Co, η ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση είναι 20.0 mg/L σύμφωνα με το ΦΕΚ 53/20.02.1986 και όσον αφορά την παραμετρική τιμή, στο ΦΕΚ 3282/19.09.2017 τεύχος Β', αναφέρεται ότι πρέπει να είναι «αποδεκτό για τους καταναλωτές και άνευ ασυνήθους μεταβολής».

Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

- Θολότητα
- Η θολότητα αναφέρεται στη μείωση της διαφάνειας του νερού λόγω της παρουσίας αιωρούμενων σωματιδίων. Όσο περισσότερα αιωρούμενα στερεά περιέχονται στο νερό, τόσο υψηλότερη είναι η θολότητα.
- Αιτίες για την εμφάνιση θολότητας στο νερό είναι:
 - η παρουσία φυτοπλαγκτού
 - η διάβρωση των ιζημάτων
 - η επαναιώρηση των ιζημάτων σε έναν φυσικό αποδέκτη
 - η απόρριψη αποβλήτων
 - οι αστικές απορροές σε περιόδους βροχών
 - η ανάπτυξη φυκών

Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

- Στερεές ουσίες στο νερό και στα απόβλητα



Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

- Σκληρότητα
- Η σκληρότητα είναι μια παράμετρος που εκφράζει την περιεκτικότητα του νερού σε πολυσθενή κατιόντα κυρίως ασβεστίου (Ca^{2+}) και μαγνησίου (Mg^{2+}) και διακρίνεται σε ολική, προσωρινή και μόνιμη
- Η ολική σκληρότητα αναφέρεται στα νερά που κατά κανόνα περιέχουν σημαντικές ποσότητες κατιόντων ασβεστίου και μαγνησίου με τη μορφή του ανθρακικού ασβεστίου (CaCO_3) και ανθρακικού μαγνησίου (MgCO_3).
- Κατιόντα στροντίου (Sr), βαρίου (Ba), μαγγανίου (Mn), ψευδαργύρου (Zn), σιδήρου (Fe) και αργιλίου (Al), συμπεριλαμβάνονται και αυτά.

Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

- Χαρακτηρισμός ανάλογα με τα επίπεδα σκληρότητας

Χαρακτηρισμός υδάτων	Γερμανικοί βαθμοί (°D)	Γαλλικοί βαθμοί (°F)	CaCO ₃ (mg/L)
Πολύ μαλακό	0-4	0-7.2	0-71.6
Μαλακό	4-8	7.2-14.3	71.6-143.2
Μέτρια μαλακό	8-12	14.3-21.5	143.2-214.8
Αρκετά σκληρό	12-18	21.5-32.2	214.8-322.2
Σκληρό	18-30	32.2-53.7	322.2-537.0
Πολύ σκληρό	>30	>53.7	>537.0

Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

- Κατιόντα και Ανιόντα

Κατιόντα - Ανιόντα	Συγκέντρωση
Κάλιο	~10 mg/L
Νάτριο	1-1500 mg/L (~20 mg/L)*
Ασβέστιο	~100 mg/L
Μαγνήσιο	~30 mg/L
Αμμωνιακά	0.50 mg/L*
Φθοριούχα	1.5 mg/L*
Χλωριούχα	250 mg/L**
Νιτρώδη-Νιτρικά	0.5 και 50.0 mg/L*
Θειικά	250.0 mg/L*

- *ΦΕΚ 3282/τ.Β' /19/09/2017
- **ΦΕΚ 892/τ.Β' /11/07/2001

Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

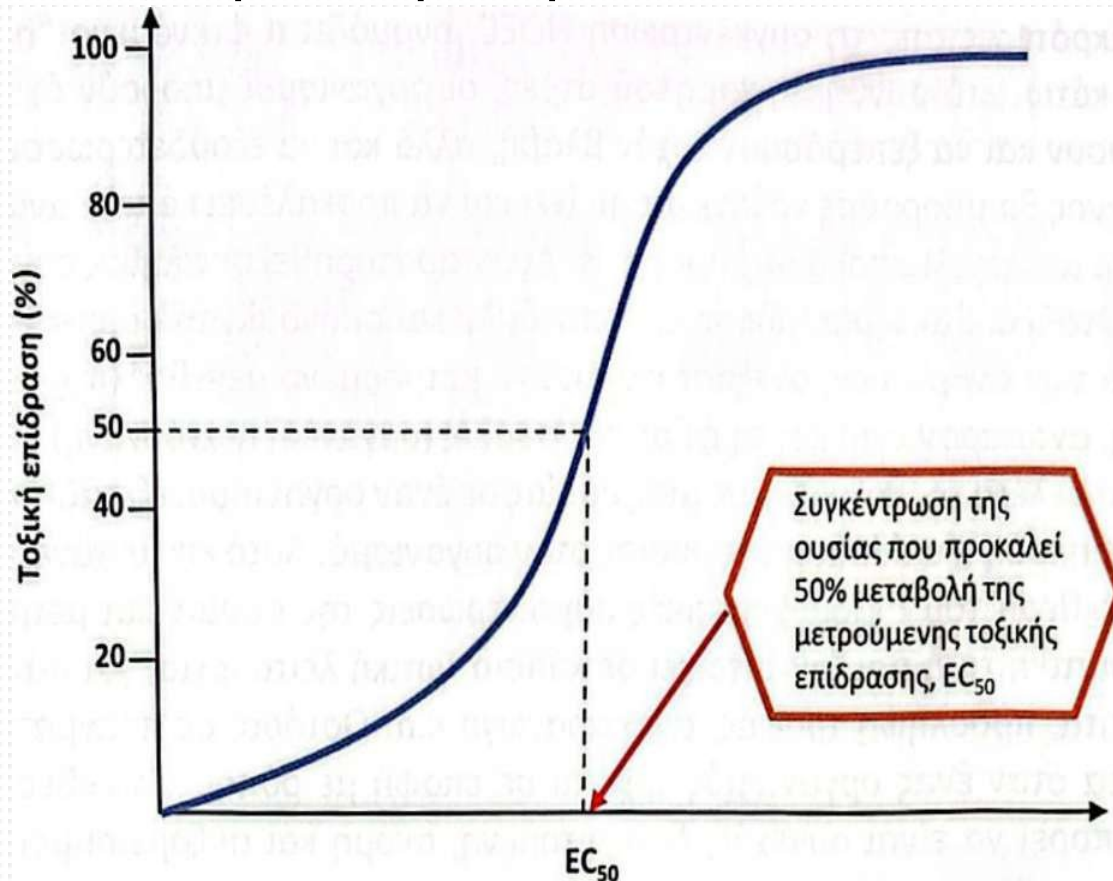
Παράμετροι		Τιμή	Μονάδα
Ενδεικτικές	Σίδηρος (Fe)	200	μg/L
	Μαγγάνιο (Mn)	50	μg/L
	Αργίλιο (Al)	200	μg/L
	Χαλκός (Cu)	2	μg/L
	Κάδμιο (Cd)	5	μg/L
Χημικές	Χρώμιο (Cr)	50	μg/L
	Μόλυβδος (Pb)	10	μg/L
	Αρσενικό (As)	10	μg/L
Ανώτατες αποδεκτές τιμές ιχνοστοιχείων και βαρέων μετάλλων για το νερό ανθρωπινής κατανάλωσης ΦΕΚ 3282/τ.Β' /19.09.2017			

Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

- Τοξικότητα – Βασικές Αρχές
- Η συγκέντρωση ή δόση που προκαλεί 50% μεταβολή της μετρούμενης παραμέτρου-επίδρασης
- Η κλίση της γραμμικής περιοχής της καμπύλης που διέρχεται από το ενδιάμεσο σημείο
 - LC_{50} 50% θνησιμότητα των οργανισμών
 - LD_{50} δόση που εισέρχεται στους οργανισμούς και προκαλεί 50% θνησιμότητα
 - EC_{50} συγκέντρωση που προκαλεί 50% επίδραση στους οργανισμούς
 - IC_{50} ουσία που προκαλεί 50% αναστολή στη φυσιολογική απόκριση ενός οργανισμού

Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

- Υπολογισμός της χαρακτηριστικής συγκέντρωσης μιας ουσίας που προκαλεί 50% μεταβολή του μετρούμενου μεγέθους τοξικής επίδρασης



Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

- Επιφανειακά νερά που προορίζονται για πόσιμα (ΚΥΑ 46399/1352/1986)
 - Κατηγορία Α1: νερά μετά από απλή φυσική επεξεργασία και απολύμανση, ιδίως με ταχεία διύλιση και απολύμανση.
 - Κατηγορία Α2: νερά μετά από κανονική φυσική και χημική επεξεργασία και απολύμανση, ιδίως με προχλωρίωση, συσσωμάτωση, κροκίδωση, καθίζηση, διύλιση και απολύμανση.
 - Κατηγορία Α3: νερά μετά από εντατική φυσική και χημική επεξεργασία και προχωρημένη απολύμανση, ιδίως με χλωρίωση μέχρι του σημείου θραύσεως, συσσωμάτωση, κροκίδωση, καθίζηση, διύλιση, προσρόφηση (ενεργός άνθρακας) και απολύμανση (όζον, τελική χλωρίωση).

Σύσταση προκαρυωτικού κυττάρου

Μόρια	Ποσοστό % επί ξηρού βάρους
Πρωτεΐνες	55
Πολυσακχαρίτες	5
Λιπίδια	9
Λιποπολυσακχαρίτες	3,4
DNA	3,1
RNA	20,5
Αμινοξέα & πρόδρομά τους	0,5
Σάκχαρα & πρόδρομά τους	2
Νουκλεοτίδια & πρόδρομά τους	0,5
Ανόργανα ιόντα	1

Σύσταση προκαρυωτικού κυττάρου

Κυτταρικά στοιχεία	Ποσοστό % επί ξηρού βάρους
Άνθρακας	50
Οξυγόνο	22
Άζωτο	12
Υδρογόνο	9
Φώσφορος	2
Θείο, κάλιο, νάτριο, ασβέστιο, μαγνήσιο χλωριούχα, σίδηρος, άλλα ιχνοστοιχεία	~5

Απαιτήσεις για απορρίψεις από Ε.Ε.Λ. (91/271/ΕΟΚ)

Παράμετρος	Μέγιστο όριο	% μείωση
BOD ₅	25 mg/L	70-90
COD	125 mg/L	75
Αιωρούμενα στερεά (TSS)	35 (για I.K.>10,000)	90
	60 (για I.K. 2000-10000)	70

Ευαίσθητοι αποδέκτες (ισχύουν τα ανωτέρω και επιπλέον τα ακόλουθα)



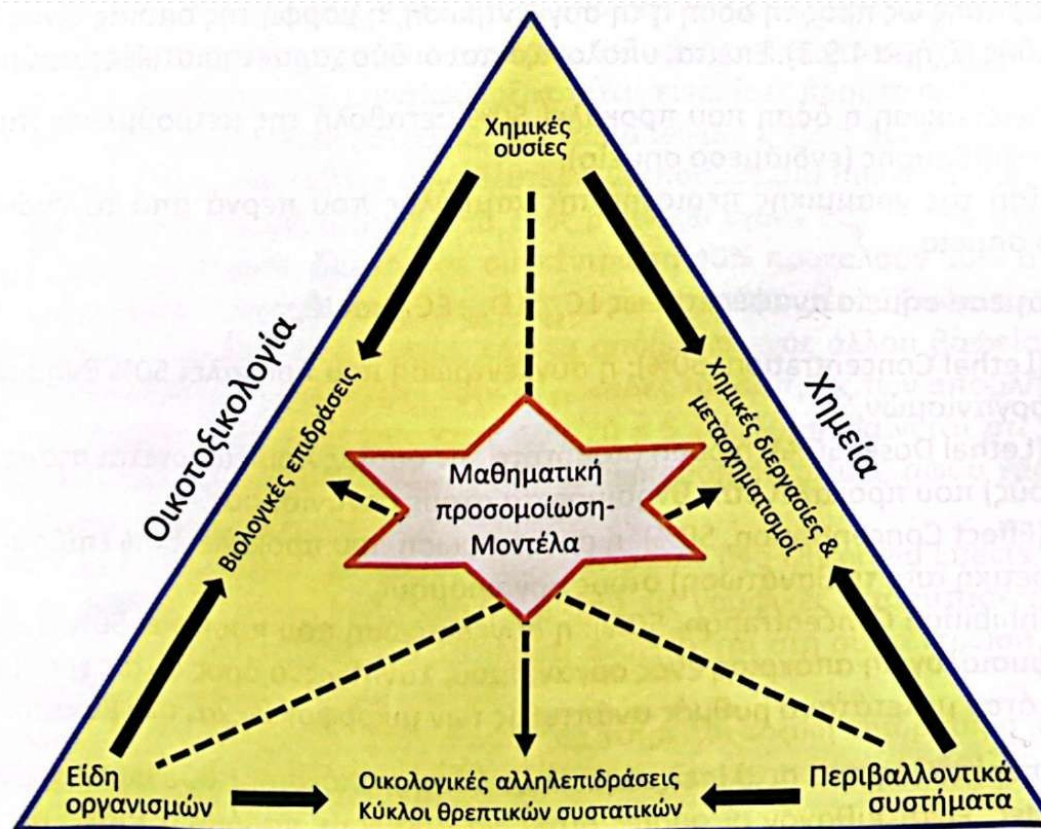
Ολικός φώσφορος	2 mg/L (για I.K. 10,000 – 100,000)	80
	1 mg/L (για I.K.> 100,000)	
Ολικό άζωτο	15 (για I.K. 10,000 – 100,000)	70-80
	10 (για I.K. > 100,000)	

Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

- Τοξικότητα – Οικοτοξικολογία
- Ο όρος «οικοτοξικολογία» αναφέρεται στην έρευνα σχετικά με την επιβλαβή δράση ορισμένων χημικών ουσιών σε έναν οργανισμό ή σε μια κοινωνία οργανισμών ή κατ' επέκταση σε ολόκληρα οικοσυστήματα
- Η οικοτοξικολογία αναπτύχθηκε ιδιαίτερα όταν σε βιομηχανικές χώρες παρασκευάστηκαν πολλές νέες χημικές ουσίες που δεν υπήρχαν αρχικά στη φύση
- Πολλές από αυτές τις συνθετικές ουσίες μάλιστα, είχαν αξιοσημείωτες επιπτώσεις ακόμα και σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις.

Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

- Τοξικότητα – Οικοτοξικολογία



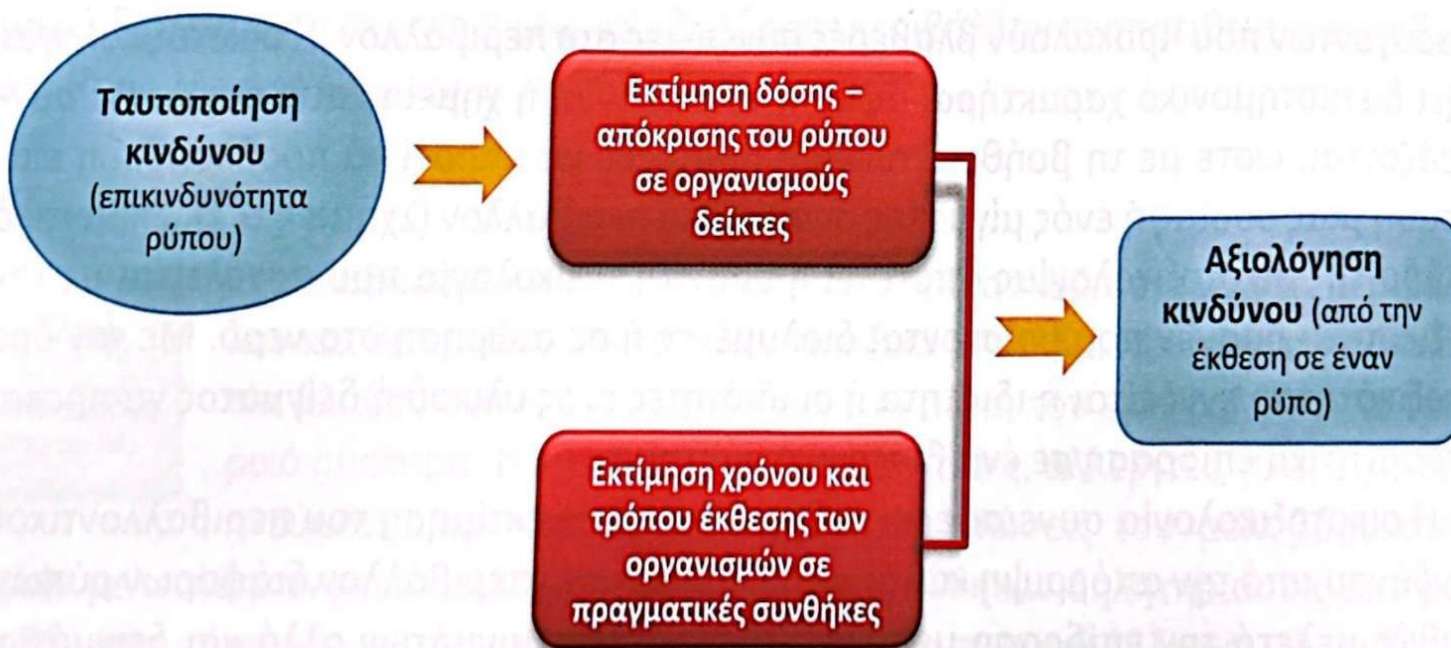
Οικοτοξικολογία

Οικολογία

Διεπιστημονικός χαρακτήρας οικοτοξικολογίας

Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

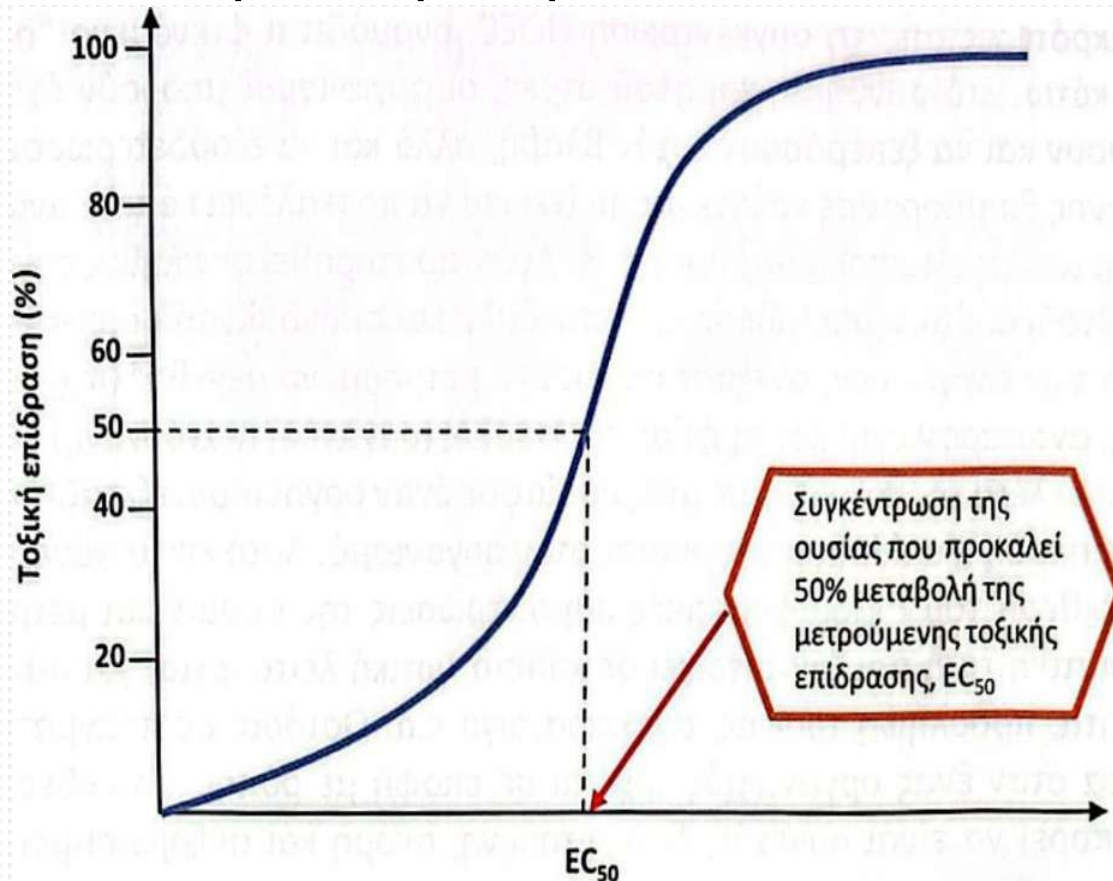
- Τοξικότητα – Οικοτοξικολογία



Εκτίμηση περιβαλλοντικού κινδύνου με τη συνδρομή της οικοτοξικολογίας

Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

- Υπολογισμός της χαρακτηριστικής συγκέντρωσης μιας ουσίας που προκαλεί 50% μεταβολή του μετρούμενου μεγέθους τοξικής επίδρασης



Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

- Τοξικότητα – Βασικές Αρχές
- Η συγκέντρωση ή δόση που προκαλεί 50% μεταβολή της μετρούμενης παραμέτρου-επίδρασης
- Η κλίση της γραμμικής περιοχής της καμπύλης που διέρχεται από το ενδιάμεσο σημείο
 - LC₅₀ 50% θνησιμότητα των οργανισμών
 - LD₅₀ δόση που εισέρχεται στους οργανισμούς και προκαλεί 50% θνησιμότητα
 - EC₅₀ συγκέντρωση που προκαλεί 50% επίδραση στους οργανισμούς
 - IC₅₀ ουσία που προκαλεί 50% αναστολή στη φυσιολογική απόκριση ενός οργανισμού

Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

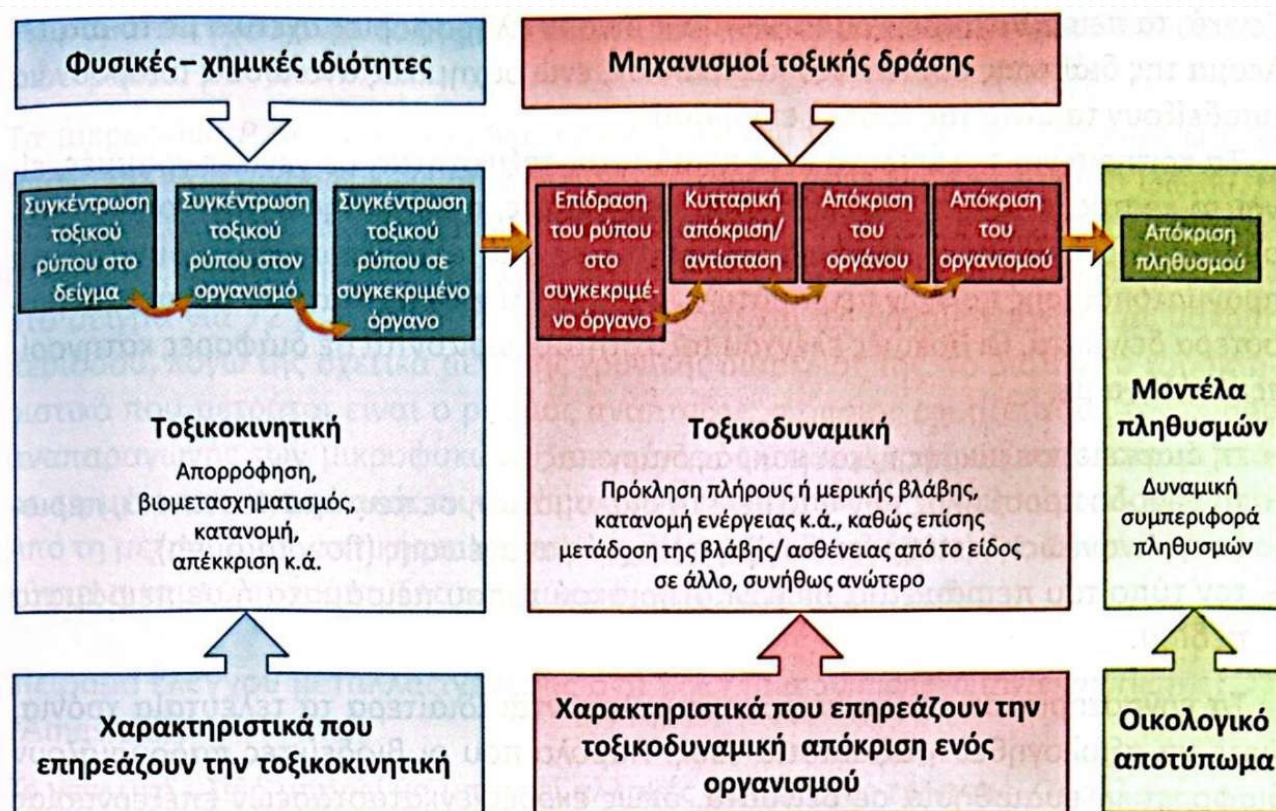
- Μονάδες Τοξικότητας (Toxicity Units, TU)
- Μια μονάδα τοξικότητας για μια ουσία αναφέρεται στη συγκέντρωση που προκαλεί τοξική επίδραση κατά 50%
- Οι μονάδες τοξικότητας επιτρέπουν τη σύγκριση των επιπέδων τοξικότητας μεταξύ δύο ουσιών ή περιβαλλοντικών δειγμάτων
- Ειδικά για τη σύγκριση της τοξικότητας των υγρών αποβλήτων, οι μονάδες τοξικότητας είναι ίσες προς το αντίστροφο του ενδιάμεσου σημείου που μετράται, για παράδειγμα $1 \text{ TU} = 100/\text{EC}_{50}$
- Το ενδιάμεσο σημείο EC_{50} εκφράζεται συνηθέστερα ως ποσοστιαία συγκέντρωση (%)

Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

- NOEC - LOEC
- Συγκέντρωση μη παρατηρούμενου αποτελέσματος (No Observed Effects Concentration, NOEC), η οποία προσδιορίζεται από τις γραφικές παραστάσεις δόσης-απόκρισης ή με στατιστικές μεθόδους και αναφέρεται στη **συγκέντρωση που δεν παρατηρείται καθόλου τοξική επίδραση**
- Χαμηλότερη συγκέντρωση, στην οποία παρατηρείται τοξική επίδραση σ' έναν συγκεκριμένο οργανισμό (Lowest Observed Effects Concentration, LOEC)

Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

- Ο ρόλος της τοξικοκινητικής και τοξικοδυναμικής στην εκτίμηση της τοξικότητας μιας ουσίας



Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

- Παράγοντες που επηρεάζουν την τοξική δράση ουσιών
- Ο βαθμός συσσώρευσης ενός ρύπου σε ένα οικοσύστημα είναι συνάρτηση παραγόντων, όπως η ποιότητα του ρύπου, οι ζωντανοί οργανισμοί που υπάρχουν σε αυτό, καθώς και οι περιβαλλοντικές συνθήκες, στις οποίες λαμβάνει χώρα η αλληλεπίδραση του ρύπου με τους οργανισμούς.
- Φυσικοχημικές ιδιότητες ρύπων
- Περιβαλλοντικοί παράγοντες
- Συνδυαστική δράση ρύπων
- Βιολογικοί παράγοντες
- Θρεπτικοί παράγοντες

Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

- Δοκιμές ελέγχου τοξικότητας
- Στα πειράματα ελέγχου τοξικότητας δοκιμάζεται η επίδραση ενός δείγματος σε ζωντανούς οργανισμούς (βιοδείκτες). Με τον τρόπο αυτό, εκτιμάται η επίδρασή του σε μια κατηγορία οργανισμών και κατ' επέκταση μπορεί να αξιολογηθεί η επικινδυνότητά του
- Γενικά, τα πειράματα ελέγχου τοξικότητας δίνουν πληροφορίες σχετικά με το αποτέλεσμα της διάθεσης ουσιών στο περιβάλλον, ενώ οι χημικές αναλύσεις μπορούν να υποδείξουν τα αίτια της τοξικής επίδρασης.

Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

- Δοκιμές ελέγχου τοξικότητας
- Πείραμα ελέγχου ακινησία των ειδών *Daphnia*
- Πείραμα αναστολής βιοφωταύγειας των βακτηρίων *Vibrio fischeri*
- Πείραμα ελέγχου αναστολής της ανάπτυξης των μικροφυκών *Pseudokirchneriella subcapitata*
- Πείραμα ελέγχου μεταλλαξιγένεσης στα βακτήρια *Salmonella thyphimurium* (Ames test)
- Πείραμα ελέγχου φυτοτοξικότητας