



Project funded by  
EUROPEAN UNION



INTERNATIONAL  
HELLENIC  
UNIVERSITY

Τμήμα Χημείας



Common borders. Common solutions.

## BSB-27 MONITOX

Μέτρηση φυσικοχημικών παραμέτρων  
σε δείγματα νερού από τον ποταμό Νέστο

Project partner PP3  
Χατζηχρήστου Χρηστίνα, Λέκτορας  
Εφαρμογών, μέλος του  
προγράμματος,

**Δι.Πα.Ε Τμήμα Χημείας**

Email: [chrichat@chem.ihu.gr](mailto:chrichat@chem.ihu.gr)

Καβάλα, ...Ιούνιος 2021



Project funded  
by EUROPEAN UNION



# Ανάλυση Νερού - Βασικοί Παράγοντες



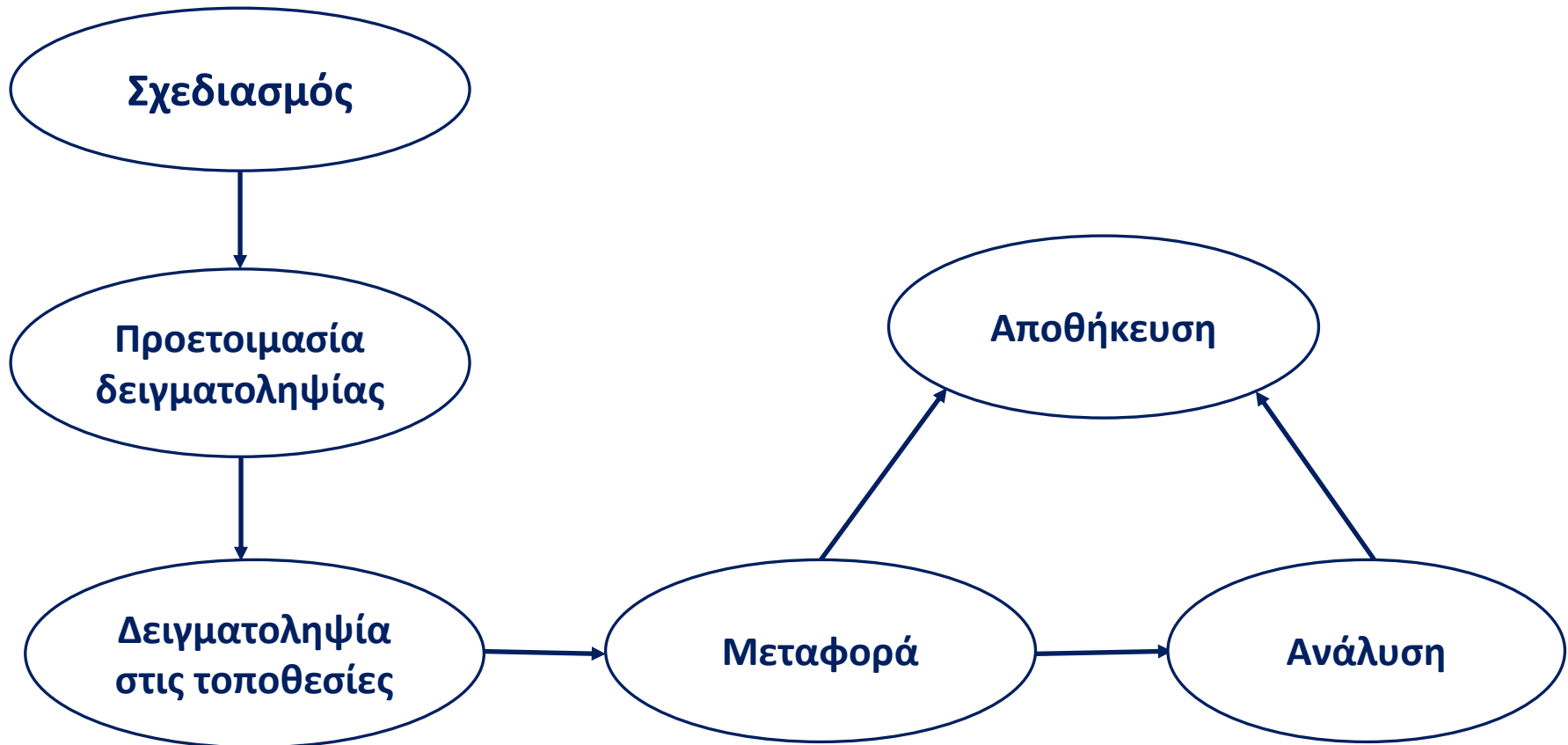
Common borders. Common solutions.



Project funded  
by EUROPEAN UNION



# Διάγραμμα ροής Δειγματοληψίας



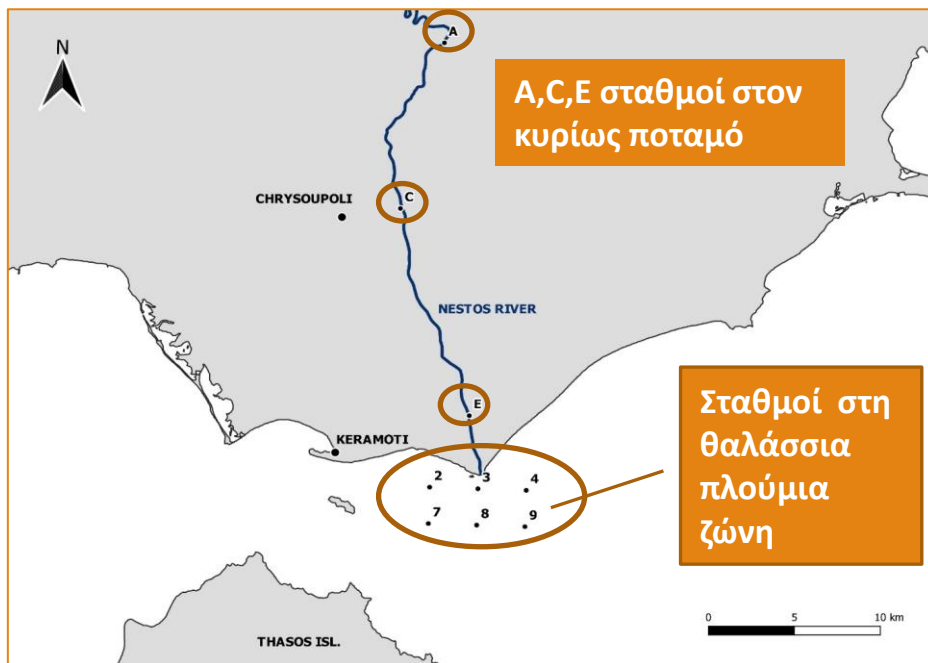
Common borders. Common solutions.



Project funded  
by EUROPEAN UNION



# Σταθμοί δειγματοληψίας (BSB27) MONITOX



Πραγματοποιήθηκαν σε συνεργασία με ερευνητές από το ΙΝΑΛΕ δειγματοληψίες σε 9 σταθμούς. Τρεις (3) στον κυρίως ποταμό, και έξι (6) στη θαλάσσια πλούμια ζώνη (επιφάνεια και πυθμένας)

Σε όλους τους σταθμούς πραγματοποιήθηκαν επιτόπιες μετρήσεις θερμοκρασίας, αλατότητας, pH και διαλυμένου οξυγόνου

Common borders. Common solutions.



CROSS BORDER  
COOPERATION





Project funded  
by EUROPEAN UNION



# Μετρήσεις πεδίου

Παράμετροι που υποβαθμίζονται γρήγορα μετά τη δειγματοληψία πρέπει να ελέγχονται στο πεδίο.

Συνιστάται η μέτρηση των ακόλουθων παραμέτρων επιτόπου, καθώς οι τιμές αυτών μπορούν να αλλάξουν σημαντικά κατά τη μεταφορά και την αποθήκευση:

- διαλυμένο οξυγόνο (DO)
- θερμοκρασία
- pH
- αγωγιμότητα
- δυναμικό οξειδοαναγωγής
- θολότητα
- Χλώριο



Διάφοροι τύποι διαθέσιμων μετρητών πεδίου. Από αριστερά προς τα δεξιά: μετρητής διαλυμένου οξυγόνου, μετρητής πολλαπλών παραμέτρων και μετρητής δυναμικού οξειδοαναγωγής Πηγή:

[https://www.epa.sa.gov.au/files/8494\\_guide\\_wws.pdf](https://www.epa.sa.gov.au/files/8494_guide_wws.pdf)

Common borders. Common solutions.



CROSS BORDER  
COOPERATION





Project funded  
by EUROPEAN UNION



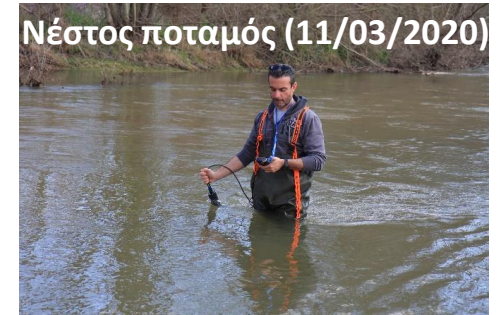
# Ενεργός οξύτητα - pH

**Είναι το μέτρο της συγκέντρωσης ιόντων υδρογόνου ή πρωτονίων στο νερό.**

Καθοριστικός παράγοντας των φυσικών διεργασιών και λειτουργίας των υδατικών οικοσυστημάτων καθώς και σημαντικό εργαλείο για την εκτίμηση άλλων παραμέτρων της ποιότητας του νερού.

- Τα περισσότερα υδρόβια ζώα προτιμούν ένα εύρος από 6,5 έως 8,0 και μπορεί να πεθάνουν, να σταματήσουν να αναπαράγονται ή να μετακινηθούν εάν το pH του νερού ποικίλλει πέρα από αυτό το εύρος.
- Το χαμηλό pH μπορεί επίσης να επιτρέψει στις τοξικές ενώσεις να γίνουν πιο διαθέσιμες στα υδρόβια φυτά και τα ζώα. Αυτό μπορεί να παράγει συνθήκες που βλάπτουν την υδρόβια ζωή.

**Common borders. Common solutions.**



Νέστος ποταμός (11/03/2020)



Φορητό όργανο για μετρήσεις στο πεδίο



Project funded  
by EUROPEAN UNION



# Ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού, ECw

Πρόκειται για τη συνολική ποσότητα των εν διαλύσει στερεών υλικών στο νερό.

Στο γλυκό νερό είναι πολύ μικρή, ενώ στο αλμυρό νερό είναι κατά τάξεις μεγέθους μεγαλύτερη.

Είναι αριθμητικά η έκφραση της ικανότητας του υδατικού διαλύματος να άγει το ηλεκτρικό ρεύμα, ιδιότητα που συνδέεται με την ολική συγκέντρωση των ιονισμένων ουσιών, τις σχετικές συγκεντρώσεις τους, την κινητικότητά τους και τη θερμοκρασία του νερού κατά τη στιγμή της μέτρησης.

Απότομη αύξηση της αγωγιμότητας του νερού ενός ποταμού αποτελεί ένδειξη ρύπανσης.

Αποδεκτές τιμές για τη διαβίωση υδρόβιων οργανισμών <math>1.000 \mu\text{S}/\text{cm}</math> (ΚΥΑ 46399, 1986)

Common borders. Common solutions.



CROSS BORDER  
COOPERATION





Project funded  
by EUROPEAN UNION



# Διαλυμένο Οξυγόνο (DO)



Νέστος ποταμός (11/03/2020)



Μέτρηση DO

**Το διαλυμένο οξυγόνο (DO) είναι ένα μέτρο της ποσότητας του οξυγόνου που διατίθεται σε ένα υδατικό σώμα.**

Το DO πρέπει πάντα να μετράται επιτόπου, καθώς η διαδικασία λήψης δείγματος μπορεί να επηρεάσει την ποσότητα διαλυμένου οξυγόνου στο δείγμα.

**Common borders. Common solutions.**

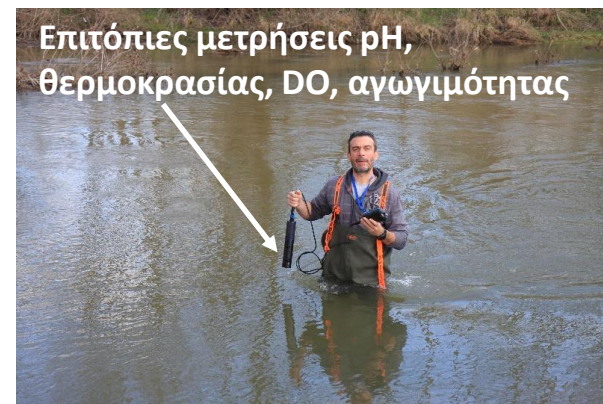




Project funded  
by EUROPEAN UNION



# Επιτόπου μετρήσεις με φορητό όργανο



Common borders. Common solutions.

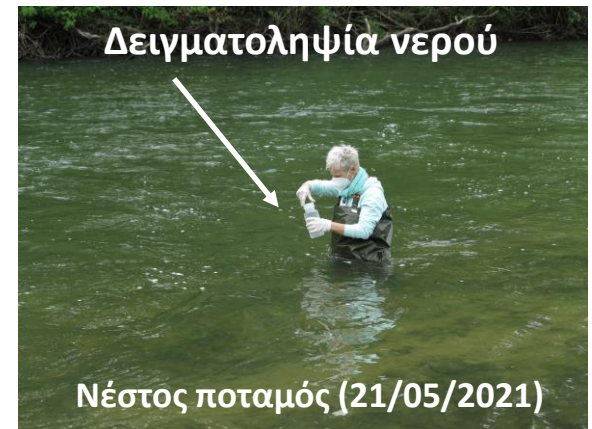
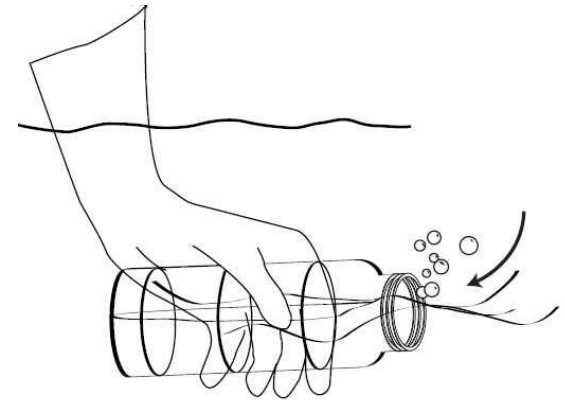


Project funded  
by EUROPEAN UNION



## Δειγματοληψία νερού με τη χρήση φιαλών δειγματοληψίας

- Ξεπλύνουμε το δοχείο δειγματοληψίας με νερό επί τόπου 3~4 φορές.
- Βυθίζουμε απαλά το δοχείο δειγματοληψίας, το γεμίζουμε με το δείγμα νερού και το κλείνουμε σφιχτά.
- Εάν το συλλεγμένο δείγμα νερού μπορεί να καταψυχθεί, αφήνουμε λίγο χώρο για επέκταση ισοδύναμο περίπου με το 10% της φιάλης δειγματοληψίας.



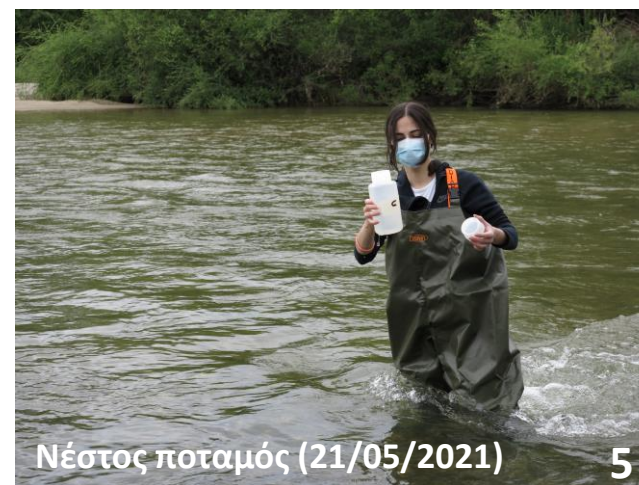
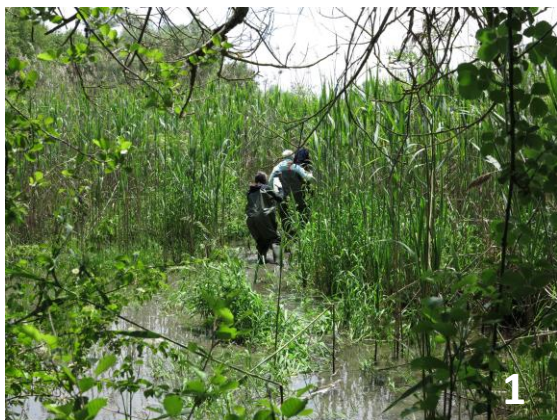
Common borders. Common solutions.



Project funded  
by EUROPEAN UNION



## Δειγματοληψία νερού με τη χρήση φιαλών δειγματοληψίας



Νέστος ποταμός (21/05/2021)

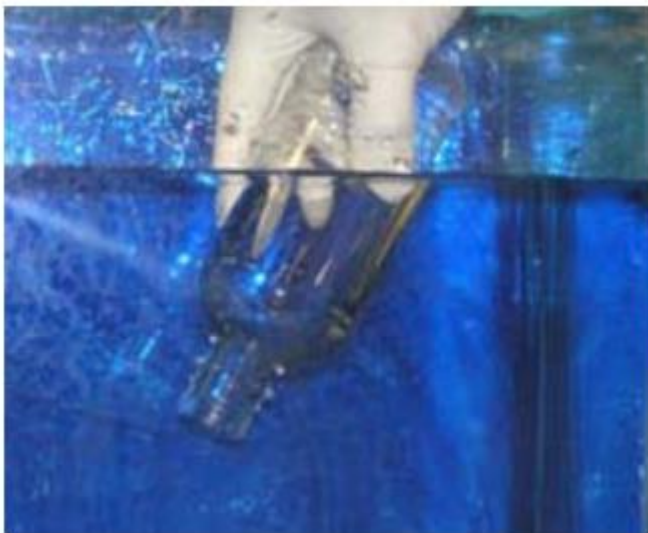
Common borders. Common solutions.



Project funded  
by EUROPEAN UNION



# Δειγματοληψία νερού με τη χρήση φιαλών δειγματοληψίας



Πηγή: [https://www.epa.sa.gov.au/files/8494\\_guide\\_wws.pdf](https://www.epa.sa.gov.au/files/8494_guide_wws.pdf)

Common borders. Common solutions.



CROSS BORDER  
COOPERATION





Project funded  
by EUROPEAN UNION



# Δειγματοληψία νερού με τη χρήση ράβδου δειγματοληψίας



Πηγή: [https://www.epa.sa.gov.au/files/8494\\_guide\\_wws.pdf](https://www.epa.sa.gov.au/files/8494_guide_wws.pdf)

Common borders. Common solutions.



CROSS BORDER  
COOPERATION





Project funded  
by EUROPEAN UNION



## Διήθηση στο πεδίο



### Η διήθηση στο πεδίο πραγματοποιείται για διάφορους σκοπούς:

- για τη μεγιστοποίηση της ακεραιότητας ενός δείγματος κατά τη μεταφορά από το σημείο δειγματοληψίας στο εργαστήριο.
- για την εξαγωγή φιλτραρισμένου υλικού για τον προσδιορισμό βιολογικών παραμέτρων (π.χ. χλωροφύλλη).
- Για τον διαχωρισμό ολικής και διαλυτής μορφής αναλυτών (π.χ. διαλυμένα μέταλλα

Common borders. Common solutions.



Project funded  
by EUROPEAN UNION



# Συντήρηση δειγμάτων

Οι τεχνικές συντήρησης είναι ζωτικής σημασίας για την ελαχιστοποίηση των αλλαγών στο δείγμα μετά τη δειγματοληψία.

- Ψύξη
- Κατάψυξη → παράταση της περιόδου αποθήκευσης
- Προσθήκη Χημικών ουσιών & έλεγχος pH

Χρόνος διατήρησης: είναι ο μέγιστος χρόνος που μπορεί να μεσολαβήσει μεταξύ δειγματοληψίας και ανάλυσης



Common borders. Common solutions.



Project funded  
by EUROPEAN UNION



# Απαιτήσεις για τη λήψη-συντήρηση δειγμάτων

**Πίνακας 1: Απαιτήσεις για τη λήψη και συντήρηση δειγμάτων που προορίζονται για χημική ανάλυση**

Παράμετρος	Είδος Περιέκτη <sup>(1)</sup>	Όγκος δειγματος (ml)	Είδος Δείγματος	Συνιστώμενη μέθοδος συντήρησης	Συνιστώμενος μέγιστος χρόνος συντήρησης	Παρατηρήσεις
ρΗ	Π, Γ	50	στιγμαίο	άμεση μέτρηση	15 λεπτά	
Χρώμα	Π (Π,Φ), Γ	500	στιγμαίο, σύνθετο	ψύξη σε $\leq 6^{\circ} \text{C}$	48 ώρες	
Οξύτητα	Π (Π,Φ), Γ (βοριοπιριτικό)	100	στιγμαίο	ψύξη σε $\leq 6^{\circ} \text{C}$	24 ώρες	
Αλκαλικότητα	Π (Π,Φ), Γ	200	στιγμαίο	ψύξη σε $\leq 6^{\circ} \text{C}$	24 ώρες	
Βρώμιο	Π (Π,Φ), Γ	100	στιγμαίο, σύνθετο	-	28 ημέρες	
Στερεά	Π, Γ	200	στιγμαίο, σύνθετο	ψύξη σε $\leq 6^{\circ} \text{C}$	7 ημέρες	
Θερμοκρασία	Π (Π,Φ), Γ		στιγμαίο	άμεση μέτρηση	15 λεπτά	
Αγωγιμότητα	Π (Π,Φ), Γ	500	στιγμαίο, σύνθετο	ψύξη σε $\leq 6^{\circ} \text{C}$	28 ημέρες	

Πηγή: [https://eody.gov.gr/wp-content/uploads/2018/12/pot2\\_deigma\\_nerwn\\_potamwn\\_xim\\_anal.pdf](https://eody.gov.gr/wp-content/uploads/2018/12/pot2_deigma_nerwn_potamwn_xim_anal.pdf)

Common borders. Common solutions.





Project funded  
by EUROPEAN UNION



# Απαιτήσεις για τη λήψη-συντήρηση δειγμάτων

**Πίνακας 1: Απαιτήσεις για τη λήψη και συντήρηση δειγμάτων που προορίζονται για χημική ανάλυση**

Παράμετρος	Είδος Περιέκτη <sup>(1)</sup>	Όγκος δειγματος (ml)	Είδος Δείγματος	Συνιστώμενη μέθοδος συντήρησης	Συνιστώμενος μέγιστος χρόνος συντήρησης	Παρατηρήσεις
Νιτρικά	Π (Π,Φ), Γ	100	στιγμιαίο, σύνθετο	ανάλυση το συντομότερο δυνατό ψύξη σε $\leq 6^{\circ} \text{C}$	48 ώρες	
Νιτρώδη	Π (Π,Φ), Γ	100	στιγμιαίο, σύνθετο	ανάλυση το συντομότερο δυνατό ψύξη σε $\leq 6^{\circ} \text{C}$	-	
Νιτρικά Νιτρώδη	- Π (Π,Φ), Γ	100	στιγμιαίο, σύνθετο	ανάλυση το συντομότερο δυνατό ψύξη σε $\leq 6^{\circ} \text{C}$	1-2 ημέρες	
Φθόριο	Π	100	στιγμιαίο, σύνθετο	-	28 ημέρες	
Ιώδιο	Π, Γ	500	στιγμιαίο	άμεση μέτρηση	15 λεπτά	
Σκληρότητα	Π (Π,Φ), Γ	100	στιγμιαίο, σύνθετο	Οξίνιση με $\text{HNO}_3$ ή $\text{H}_2\text{SO}_4$ και ρύθμιση pH < 2	6 μήνες	

Πηγή: [https://eody.gov.gr/wp-content/uploads/2018/12/pot2\\_deigma\\_nerwn\\_potamwn\\_xim\\_anal.pdf](https://eody.gov.gr/wp-content/uploads/2018/12/pot2_deigma_nerwn_potamwn_xim_anal.pdf)

Common borders. Common solutions.



CROSS BORDER  
COOPERATION





Project funded  
by EUROPEAN UNION



# Απαιτήσεις για τη λήψη-συντήρηση δειγμάτων

**Πίνακας 1: Απαιτήσεις για τη λήψη και συντήρηση δειγμάτων που προορίζονται για χημική ανάλυση**

Παράμετρος	Είδος Περιέκτη <sup>(1)</sup>	Όγκος δείγματος (ml)	Είδος Δείγματος	Συνιστώμενη μέθοδος συντήρησης	Συνιστώμενος μέγιστος χρόνος συντήρησης	Παρατηρήσεις
Φωσφορικά	Γ Ξεπλυμένα με 1+1 HNO <sub>3</sub>	100	στιγμαίο	ψύξη σε ≤ 6 ° C	48 ώρες	Για διαλελυμένα φωσφορικά άμεση διήθηση και ψύξη σε ≤ 6 ° C
Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD)	Π (Π,Φ), Γ	1000	στιγμαίο, σύνθετο	ψύξη σε ≤ 6 ° C	6 ώρες	
Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD)	Π (Π,Φ), Γ	100	στιγμαίο, σύνθετο	-	ανάλυση το συντομότερο δυνατό	
				οξίνιση με H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ρύθμιση pH 1-2 & ψύξη σε ≤ 6 ° C	7 ημέρες	
Άζωτο κατά Kjeldahl	Π (Π,Φ), Γ	500	στιγμαίο, σύνθετο	οξίνιση με H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ρύθμιση pH 1-2 ψύξη σε ≤ 6 ° C	7 ημέρες	

Πηγή: [https://eody.gov.gr/wp-content/uploads/2018/12/pot2\\_deigma\\_nerwn\\_potamwn\\_xim\\_anal.pdf](https://eody.gov.gr/wp-content/uploads/2018/12/pot2_deigma_nerwn_potamwn_xim_anal.pdf)

**Common borders. Common solutions.**



Project funded  
by EUROPEAN UNION

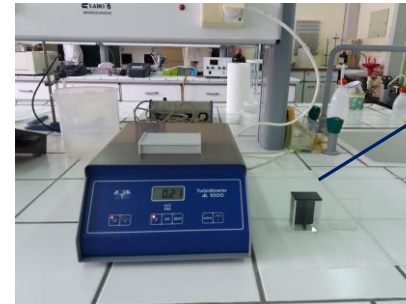


# Θολότητα (Turbidity)

Η **θολότητα** (ή θολερότητα) αναφέρεται στη μείωση της διαφάνειας του νερού λόγω της παρουσίας αιωρούμενων σωματιδίων

**Μέτρηση:** με θολόμετρο ή θολερόμετρο ή νεφελόμετρο

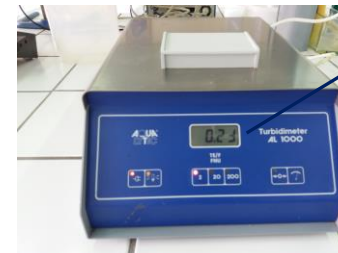
**Μονάδες:** θολότητας (NTU, Nephelometric Turbidity Unit)



Κυψελίδα  
τυφλού



Μηδενισμός



Μέτρηση

Common borders. Common solutions.



Project funded  
by EUROPEAN UNION



# Προσδιορισμός Ολικών Αιωρούμενων Στερεών (TSS)

Η παράμετρος αυτή αναφέρεται στα **στερεά υλικά** που **αιωρούνται στο νερό**, επειδή βρίσκονται σε πολύ **λεπτό διαμερισμό**. Αποτελούνται από υλικά ανόργανης και οργανικής προέλευσης.



- Διήθηση γνωστού όγκου δείγματος νερού
- Τοποθέτηση προζυγισμένου φίλτρου στο πυριαντήριο στους 105°C μέχρι σταθερού βάρους



Project funded  
by EUROPEAN UNION



# Προσδιορισμός Ολικών Αιωρούμενων Στερεών (TSS)



- Ζύγιση του φίλτρου μετά την ξήρανση
- Υπολογισμός της συγκέντρωσης των ολικών αιωρούμενων συστατικών

**Υπολογισμοί:** 
$$\left[ \text{TSS(mg/L)} = \frac{\left( \begin{array}{l} \text{Υπόλειμμα στο φίλτρο} \\ \text{μετά την ξήρανση, g} \end{array} \right) - \left( \begin{array}{l} \text{Απόβαρο του φίλτρου} \\ \text{μετά την ξήρανση, g} \end{array} \right)}{\text{Όγκος δείγματος L}} \right] (10^3 \text{ mg/g})$$

Common borders. Common solutions.



Project funded  
by EUROPEAN UNION



# Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (Biochemical Oxygen Demand, BOD)

- Το Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (Biochemical Oxygen Demand – BOD) είναι η πιο διαδεδομένη παράμετρος για τη μέτρηση οργανικής ρύπανσης και φορτίου σε επιφανειακά νερά και απόβλητα αντίστοιχα.
- **Ορίζεται σαν η ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται για την οξείδωση των οργανικών συστατικών ενός αποβλήτου από μικροοργανισμούς σε αερόβιες συνθήκες.**
- Η οξείδωση αυτή είναι σχετικά αργή και ολοκληρώνεται πρακτικά σε 20 ημέρες, οπότε το προσδιοριζόμενο απαιτούμενο οξυγόνο καλείται τελικό BOD (BODL).
- Στη συνηθισμένη πρακτική έχει επικρατήσει ο προσδιορισμός του BOD στις 5 ημέρες (BOD5), μέσα στις οποίες οξειδώνονται απλές οργανικές ουσίες που αντιπροσωπεύουν το 60%-70% των συνολικών οργανικών ουσιών.

Common borders. Common solutions.



CROSS BORDER  
COOPERATION





Project funded  
by EUROPEAN UNION



# Προσδιορισμός BOD



1



2



3



4



5



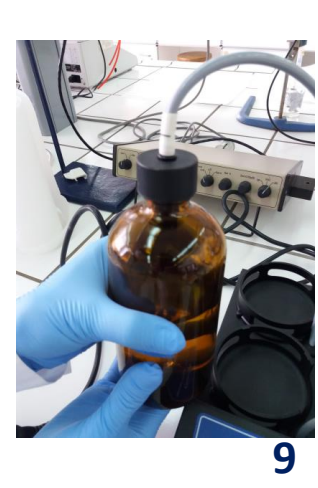
6



7



8



9

Common borders. Common solutions.



Project funded  
by EUROPEAN UNION



# Προσδιορισμός BOD



10



11



12



13



14



15



16

Το BOD test μετρά την ποσότητα του οξυγόνου που καταναλώνεται από βακτήρια που οξειδώνουν την οργανική ύλη σε ένα δείγμα νερού

Common borders. Common solutions.





Project funded  
by EUROPEAN UNION



# Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (Chemical Oxygen Demand, COD)

- Το **χημικά απαιτούμενο οξυγόνο** (Chemical Oxygen Demand – **COD**) αναφέρεται στην ποσότητα του οξυγόνου που χρειάζεται για τη χημική οξείδωση της οργανικής ύλης σε  $\text{CO}_2$  και  $\text{H}_2\text{O}$ .
- Αφορά το σύνολο των οργανικών ενώσεων που περιέχονται σε ένα δείγμα (βιοαποικοδομήσιμες και μη) με ισχυρό οξειδωτικό μέσο.
- **Οξειδωτικό μέσο:**  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  σε όξινο περιβάλλον ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), παρουσία καταλύτη συνήθως  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ .

Common borders. Common solutions.



CROSS BORDER  
COOPERATION





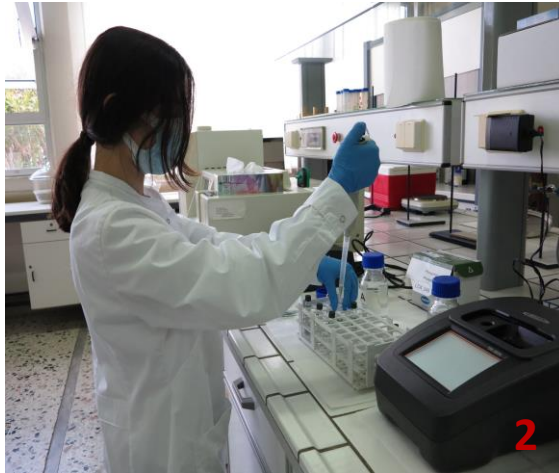
Project funded  
by EUROPEAN UNION



# Φασματοφωτομετρικός προσδιορισμός COD με test φιαλιδίου



1



2



3



4

Επιλέγουμε τα αντιδραστήρια που θα χρησιμοποιηθούν ανάλογα με την περιοχή μέτρησης

Μεταφορά 2 mL δείγματος στο φιαλίδιο που περιέχει το οξειδωτικό μέσο + καταλύτη

Τοποθέτηση των φιαλιδίων στο θερμοαντιδραστήρα για 120 λεπτά – οξείδωση – **ψύξη των δειγμάτων σε θερμοκρασία περιβάλλοντος**

Τοποθέτηση του φιαλιδίου στην ειδική θέση του φασματοφωτομέτρου – **μέτρηση**

Common borders. Common solutions.



Project funded  
by EUROPEAN UNION



# Θρεπτικά συστατικά του νερού

Από την άποψη της ποιότητας του νερού, τα θρεπτικά συστατικά μπορούν να θεωρηθούν σαν **ρύποι** όταν η συγκέντρωσή τους είναι **αρκετά μεγάλη** ώστε να επιτρέπει την υπερβολική ανάπτυξη **υδρόβιων φυτών ιδίως των φυκών.**

**Πηγές (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), φωσφορικών ιόντων:**

- Κτηνοτροφικά απόβλητα
- Αστικά λύματα – βιομηχανικά απόβλητα
- Γεωργικές απορροές
- Ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα

Ο εμπλουτισμός με θρεπτικά συστατικά μπορεί να προκαλέσει το φαινόμενο του ευτροφισμού = **υπερβολική αύξηση της πρωτογενούς παραγωγικότητας των υδάτινων μαζών** που συνεπάγεται υποβάθμιση των φυσικοχημικών και βιολογικών χαρακτηριστικών των νερών.

Common borders. Common solutions.



CROSS BORDER  
COOPERATION

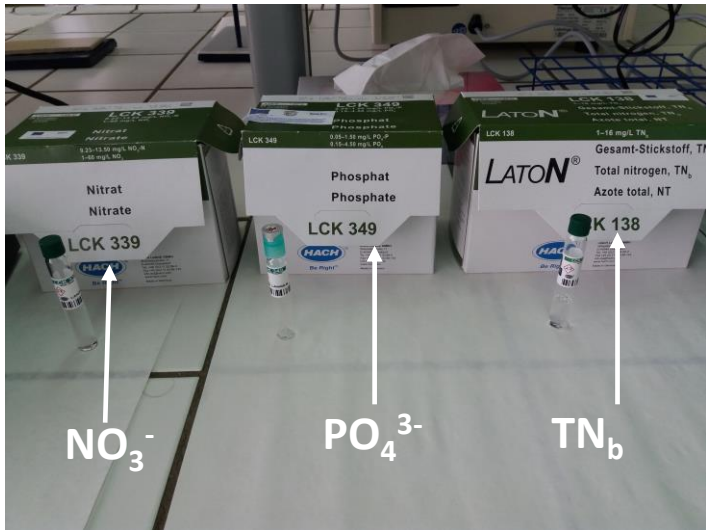




Project funded  
by EUROPEAN UNION



# Προσδιορισμός θρεπτικών αλάτων στο νερό φασματοφωτομετρικά



Επιλέγουμε τα αντιδραστήρια της  
παραμέτρου που θα  
προσδιοριστεί και ανάλογα με την  
περιοχή μέτρησης



Μεταφορά ποσότητας δείγματος  
στο φιαλίδιο της αντίστοιχης  
παραμέτρου με αυτόματη πιπέτα

Common borders. Common solutions.



Project funded  
by EUROPEAN UNION



# Προσδιορισμός θρεπτικών αλάτων στο νερό φασματοφωτομετρικά



Προσθήκη αντιδραστηρίων  
σύμφωνα με τις οδηγίες



Χώνευση των δειγμάτων  
όπου απαιτείται (π.χ.  $TN_b$ )  
σε θερμοαντιδραστήρα



Τοποθέτηση του  
φιαλιδίου στην ειδική  
θέση του  
φασματοφωτομέτρου  
– μέτρηση

Common borders. Common solutions.



Project funded  
by EUROPEAN UNION



# Βιβλιογραφία

- Δασενάκης Μ., Λαδάκης Μ., Καραβόλτσος Σ., Παρασκευοπούλου Β., *Χημική Ωκεανογραφία*, [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/4683>
- Κούγκολος Α., *Εισαγωγή στην Περιβαλλοντική Μηχανική*, Εκδόσεις Τζιόλα, 2005.
- Νταρακάς Ε., Πεταλά Μ., Τσιρίδης Β., *Περιβαλλοντική Χημεία και Μηχανική, Θεωρία και Εργαστηριακές Ασκήσεις*, Εκδόσεις Τζιόλα, 2020.
- Ψιλοβίκος Α., Ψιλοβίκος Α., *Ιζηματολογία, 2<sup>η</sup> έκδοση*, Εκδόσεις Τζιόλα, 2019.
- Masters G.M., Ela Wendell P., *Introduction To Environmental Engineering And Science*, 3th Edition, Pearson Education Inc, 2008.
- Duncan D., Harvey F. , Walker M. and Australian Water Quality Centre, *EPA Guidelines: Regulatory monitoring and testing Water and wastewater sampling*, 2007.

**Common borders. Common solutions.**



Project funded  
by EUROPEAN UNION



Σας Ευχαριστώ για  
την προσοχή σας

Common borders. Common solutions.



CROSS BORDER  
COOPERATION

