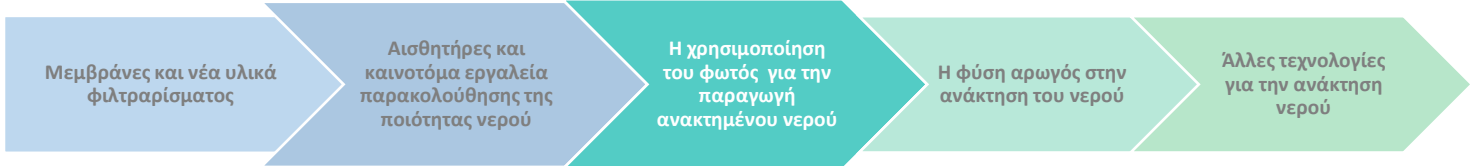


Πακέτο πληροφοριών 4 Εταιρείες επεξεργασίας νερού

Fact Sheet 4.2 – Αισθητήρες και καινοτόμα εργαλεία παρακολούθησης της ποιότητας νερού



Το **SUWANU EUROPE** είναι ένα έργο του H2020 που στοχεύει στην προώθηση της αποτελεσματικής ανταλλαγής γνώσεων, εμπειριών και δεξιοτήτων μεταξύ των επαγγελματιών και των σχετικών παραγόντων σχετικά με τη χρήση του ανακτημένου νερού στη γεωργία. Αυτό το ενημερωτικό δελτίο απευθύνεται σε εταιρείες μηχανικής νερού, που περιγράφουν διαφορετικές καινοτομίες για τον εντοπισμό παθογόνων ή του διαλυμένου οργανικού άνθρακα. Για τη μέτρηση του παθογόνου θα χρησιμοποιηθεί η κυτταρομετρία ροής ενώ για τον διαλυμένο οργανικό άνθρακα, θα χρησιμοποιηθεί ένας αισθητήρας φθορισμού UV LED

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. Κυτταρομετρία ροής

Η πλειονότητα των βακτηρίων που μεταφέρονται στο νερό δεν αναπαράγονται και δεν σχηματίζουν αποικίες. Κατά συνέπεια, αυτά τα βακτήρια δεν συλλέγονται με μεθόδους ανίχνευσης. Μεταξύ των μεθόδων, η κυτταρομετρία ροής είναι σημαντική λόγω της ταχύτητάς της και της αναπαραγωγιμότητας των αποτελεσμάτων σε διαφορετικούς τύπους νερού. Ο προσδιορισμός των συγκεντρώσεων βακτηρίων μπορεί να πραγματοποιηθεί εντός 15 λεπτών και είναι δυνατός σε ηλεκτρονική μορφή. Εκτός από την καθαρή ποσοτικοποίηση, η τεχνολογία επιτρέπει τη διαφοροποίηση μεταξύ ζωντανών βακτηρίων και βακτηρίων που έχουν υποστεί κίνδυνο μεμβράνης (νεκρά / κατεστραμμένα).

2. UV Led Αισθητήρα

Η συνεχής παρακολούθηση της διαλυτής οργανικής ύλης (DOM) είναι επείγουσα για τον μελλοντικό οικονομικό έλεγχο κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας νερού. Από την άλλη πλευρά, η συχνή παρακολούθηση του διαλυμένου οργανικού άνθρακα (DOC) και των υποπροϊόντων τοξικής απολύμανσης (DBPs) είναι σχετικά δαπανηρή και χρονοβόρα. Ως αποτέλεσμα, πολλές εταιρίες τονίζουν την ανάγκη για υποκατάστατη παρακολούθηση της DOM. Ως εκ τούτου, είναι απαραίτητο να αναπτυχθεί ένα είδος φθηνού, μικρού μεγέθους, λιγότερης κατανάλωσης ενέργειας αλλά ευαίσθητου αισθητήρα, ο οποίος μπορεί να παρέχει σήματα ανάδρασης σε πραγματικό χρόνο για αυτόματη βελτιστοποίηση των παραμέτρων λειτουργίας και εκτίμηση του σχηματισμού υποπροϊόντων τοξικής απολύμανσης κατά την επεξεργασία νερού. Οι φασματικές μετρήσεις, συμπεριλαμβανομένων των σημάτων απορρόφησης UV και φθορισμού που σχετίζονται με τον όγκο DOM, προσφέρουν ιδιαίτερα ελπιδοφόρες λύσεις για συχνή παρακολούθηση.

3. Επερχόμενη καινοτομία

Παρά όλες τις προσπάθειες για την ανάπτυξη συστημάτων παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο, εξακολουθεί να υπάρχει έλλειψη ισχυρών, συνεχών, ακριβών και επαληθεύσιμων συσκευών πραγματικού χρόνου που αποδεικνύουν δυνατότητες υλοποίησης σε μεγάλη κλίμακα. Η εκτεταμένη εφαρμογή τους έχει περιοριστεί λόγω της αδυναμίας λήψης αξιόπιστων, οικονομικά αποδοτικών δεδομένων της ποιότητας νερού. Από την άλλη πλευρά, η πλειονότητα των διαδικτυακών συστημάτων παρακολούθησης που αναπτύσσονται είναι άμεσες προσαρμογές παραδοσιακών και εργαστηριακών αναλυτικών μεθόδων. Επιπλέον, απαιτείται να λειτουργούν σε ακραία και μεταβλητά περιβάλλοντα. Κατά συνέπεια, αυτές οι μέθοδοι απαιτούν συχνή βαθμονόμηση και συντήρηση και συχνά καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες χημικών αντιδραστηρίων. Επιπλέον, οι αναλυτές συχνά υποφέρουν από διασταυρούμενες απαντήσεις λόγω παραλλαγών μήτρας μεταξύ των προτύπων και των δειγμάτων που αναλύθηκαν, καθώς οι συνθήκες μέτρησης δεν ελέγχονται. Υπάρχουν επίσης σημαντικά οικονομικά και διοικητικά κόστη που σχετίζονται με τη συντήρηση του εξοπλισμού λόγω της δυσκολίας στην ανίχνευση προβλημάτων.

1. ΚΥΤΤΑΡΟΜΕΤΡΙΑ ΡΟΗΣ

1.1 Τεχνολογία

Η ακεραιότητα της μεμβράνης ενός κυττάρου είναι ένα ευρέως αποδεκτό κριτήριο για τον χαρακτηρισμό βιώσιμων κυττάρων και τη διάκρισή τους από τα κατεστραμμένα ή μη κύτταρα. Αυτές οι πληροφορίες είναι μείζονος σημασίας σε μελέτες για τη λειτουργία μικροβιακών κοινοτήτων σε φυσικά περιβάλλοντα, προκειμένου να εκχωρηθούν μαζικές δραστηριότητες μετρούμενες με διάφορες μεθόδους στα πολύ ενεργά κύτταρα που είναι αποτελεσματικά υπεύθυνα για τις παρατηρήσεις. Η αρχή αυτής της προσέγγισης με τη ταυτόχρονη χρήση ενός διαπερατού και ενός αδιάβροχου ανιχνευτή εκμεταλλεύεται τη μεταφορά ενέργειας που συμβαίνει μεταξύ τους όταν χρωματίζονται τα νουκλεϊκά οξέα. Μια πλήρης απόσβεση του φθορισμού του διαπερατού ανιχνευτή από τον αδιάβροχο ανιχνευτή θα δείχνει τα κύτταρα με μια συμβιβασμένη μεμβράνη, μια μερική απόσβεση θα υποδεικνύει κύτταρα με μια ελαφρά κατεστραμμένη μεμβράνη και μια έλλειψη απόσβεσης θα χαρακτηρίζει άθικτα κύτταρα μεμβράνη που αναγνωρίζονται ως βιώσιμα.

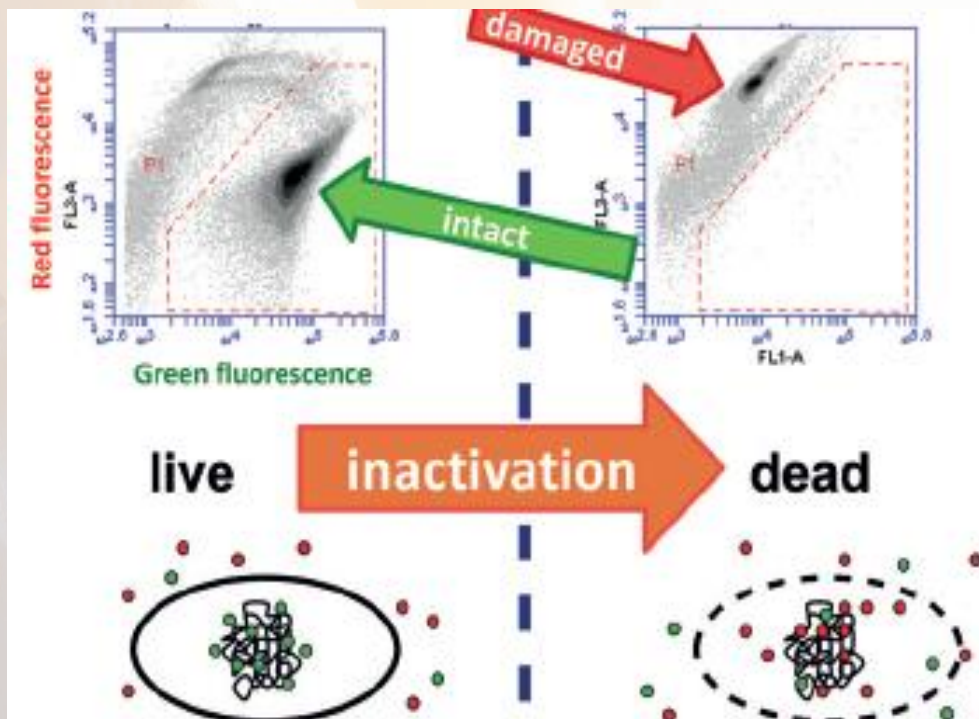


Figure 1: Exemplary flow cytometry density diagram of a bacterial suspension with living/ intact membrane cells (in red-dotted area), resp. with dead damaged membrane cells (outside of the dotted area) after colouration with two dyes

1.2. Εφαρμογή στην ανάκτηση νερού

Η κυτταρομετρία ροής προσφέρει γρήγορο και αξιόπιστο προσδιορισμό αριθμών βακτηριακών κυττάρων στον τομέα της παρακολούθησης των διαδικασιών αποκατάστασης νερού. Με βάση το γεγονός ότι η ανίχνευση δεν βασίζεται στην αναπαραγωγή των βακτηρίων, ολόκληρος ο βακτηριακός πληθυσμός στο νερό μετράται ανεξάρτητα από τις απαιτήσεις ανάπτυξής τους. Ενώ τα παραδοσιακά βακτήρια όπως κολοβακτηρίδια, εντερικοί εντόκοκκοι ή *Clostridium perfringens* συνήθως δεν είναι ανιχνεύσιμα μετά από διήθηση μεμβράνης και ο συνολικός αριθμός αποικιών είναι διαθέσιμος μόνο μετά από 2-3 ημέρες, η κυτταρομετρία ροής προσφέρει μια βάση δεδομένων ήχου για τη μικροβιολογική αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας διαφορετικών βημάτων επεξεργασίας νερού. Η μέθοδος είναι συμβατή με την έννοια «Ανάλυση κινδύνου και κρίσιμα σημεία ελέγχου» (HACCP), καθώς η ταχεία ανίχνευση αλλαγών στη μικροβιολογία παρέχει μια καλή βάση για αποφάσεις ελέγχου της διαδικασίας.

2. ΑΙΣΘΗΤΗΡΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ LED UV



SUWANU
EUROPE

2.1. Τεχνολογία

Ο αισθητήρας LED, ο οποίος μετρά την απορρόφηση UV280, τον πρωτεϊνικό και τον χουμικό φθορισμό ταυτόχρονα, είναι εφικτός για την παρακολούθηση χρωμοφόρων και φθοροφόρων με καλή ευαισθησία και ακρίβεια. Η υγρή χρωματογραφία με ανιχνευτή οργανικού άνθρακα σε συνδυασμό με ανάλυση σύγχρονης συσχέτισης 2D απέδειξε περαιτέρω πώς τα συστατικά της διαλυτής οργανικής ύλης (DOM) μεγάλου μοριακού βάρους μετασηματίστηκαν σε μικρές ομάδες ως συνάρτηση της μείωσης του χουμικού φθορισμού. Χρωματογραφία αποκλεισμού μεγέθους υψηλής απόδοσης με σάρωση απορρόφησης πολλαπλών υπεριωδών ακτίνων και φθορισμού πολλαπλών εκπομπών εφαρμόζονται σε φασματικά χαρακτηριστικά δειγμάτων.

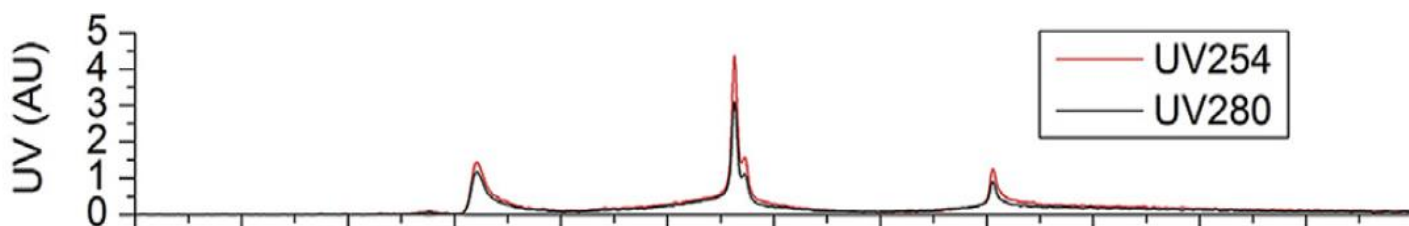


Figure 2: Picture of a spectrophotometer with a diagram showing the peaks measured at UV254 and UV280

2.2 Εφαρμογή στην ανάκτηση νερού

Η χλωρίωση είναι η πιο διαδεδομένη πρακτική απολύμανσης κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας νερού, επειδή είναι αποτελεσματική έναντι των περισσότερων παθογόνων και παρέχει υπολειμματική ικανότητα απολύμανσης. Ωστόσο, τοξικά υποπροϊόντα απολύμανσης (DBPs) αναπόφευκτα σχηματίζονται λόγω αντιδράσεων μεταξύ χλωρίου και φυσικής οργανικής ύλης (NOM), τα οποία έχουν προκαλέσει σοβαρές ανησυχίες για τη δημόσια υγεία. Πολλές μελέτες δείχνουν ότι τα υποπροϊόντα τοξικής απολύμανσης είναι κυτταροτοξικά και γονοτοξικά και η χρόνια έκθεση τους σχετίζεται με καρκίνο της ουροδόχου κύστης και του παχέος εντέρου στον άνθρωπο. Η δυνατότητα ανίχνευσης αυτών των προϊόντων με αισθητήρα φθορισμού LED UV, θα μπορούσε να μειώσει τη συγκέντρωση αυτών των προϊόντων κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης του νερού.

3. ΕΠΕΡΧΟΜΕΝΗ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ

3.1. Τεχνολογία

Για τη συγκεκριμένη περίπτωση ανίχνευσης παθογόνων στο νερό υπάρχει μια πολλά υποσχόμενη προοπτική για τους φωτονικούς αισθητήρες που βελτιώνουν τη βιολογική ανίχνευση εκμεταλλευόμενοι την φυσική ιδιότητα φθορισμού ορισμένων βακτηρίων, όπως το *Escherichia coli*. Ο αισθητήρας παθογόνου που προτείνεται από την AIMEN στοχεύει στον εντοπισμό φθορισμού φυσικών βακτηρίων σε δείγμα πραγματικού νερού σε *in situ* μετρήσεις. Μια εμπεριστατωμένη μελέτη με πραγματικά δείγματα νερού θα κάνει τη διαφορά με την υπάρχουσα τεχνολογία σε αυτόν τον τομέα. Αυτός ο αισθητήρας δεν θα δώσει ακριβή ποσοτικό προσδιορισμό *E.coli*, αλλά θα παρακολουθήσει και μπορεί να καθορίσει μια εκτίμηση της παρουσίας παθογόνου. Αυτό πρέπει να γίνει αντιληπτό ως ένα σύστημα έγκαιρου συναγερμού, που θα σήμαινε την ανάγκη περαιτέρω εργαστηριακής ανάλυσης για να επιβεβαιωθεί η παρουσία των παθογόνων στο νερό. Επίσης, δεν είναι πολύ συγκεκριμένο, αλλά δεν απαιτεί επεξεργασία νερού, αντιδραστήρια, λειτουργικότητα ή προεπεξεργασία δείγματος, γεγονός που το καθιστά φθηνότερο και πολύ εύκολο στη χρήση.

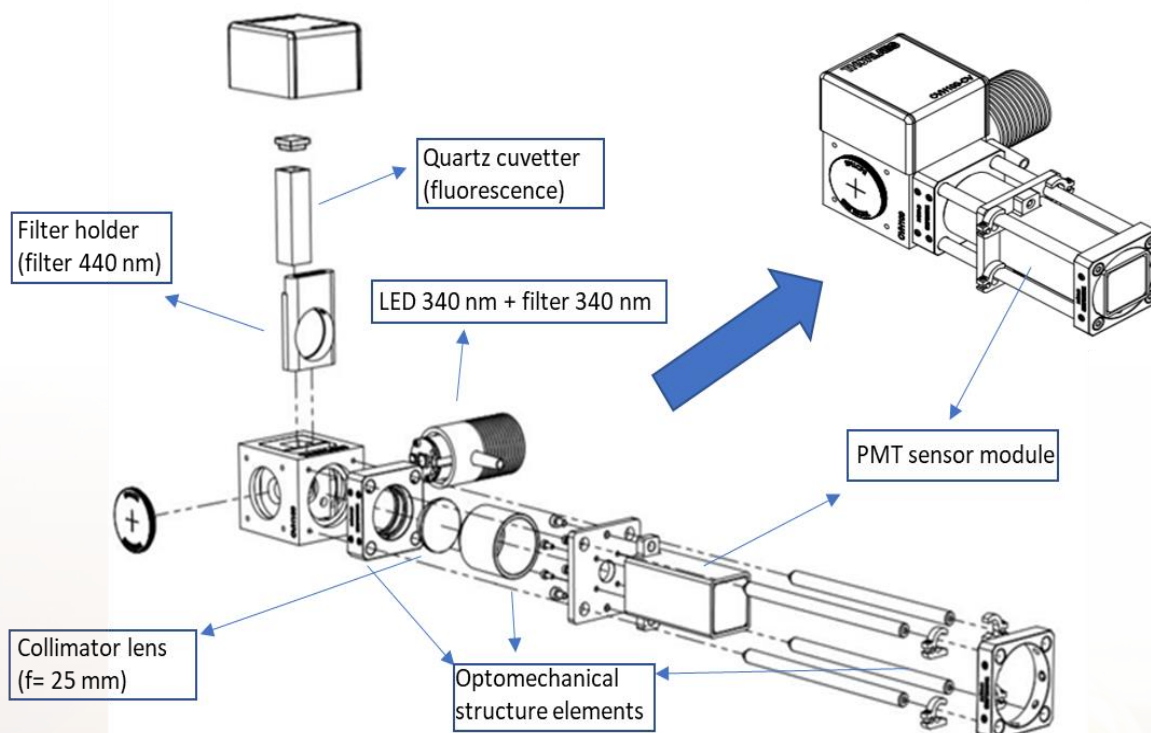


Figure 3: PMT sensor setup suggested by AIMEN for fluorescence measurements of *E. Coli*

3.2 Εφαρμογή στην ανάκτηση νερού

Έχουν αναπτυχθεί ορισμένοι αισθητήρες για τη άμεση μέτρηση του φυσικού φθορισμού αυτών των βακτηρίων σε πραγματικές συνθήκες χωρίς επεξεργασία δείγματος και χρήση συστημάτων κυκλοφορίας νερού για την αναπαραγωγή μιας ενδιάμεσης λύσης παρακολούθησης νερού. Ωστόσο, δεν υπάρχει αναφορά ότι κανένας από αυτούς τους αισθητήρες χρησιμοποιείται σε πραγματικούς χώρους ή παρακολουθεί πραγματικά δείγματα νερού από εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού. Αλλά ο αισθητήρας παθογόνου που προτείνεται από την AIMEN, ένα όργανο παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο, θα μετρά συνεχώς τις εκπομπές φθορισμού στη μονάδα επεξεργασίας νερού. Εάν ο αισθητήρας λειτουργεί σωστά, θα είναι μια σημαντική ανακάλυψη στην παρακολούθηση δειγμάτων πραγματικού νερού εκτός εργαστηριακών συνθηκών χωρίς επεξεργασία δείγματος, προσθήκη αντιδραστηρίου ή ακριβές συσκευές.

5. Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Dartnell, L. (2013). Fluorescence characterization of clinically-important bacteria. PLoS one vol. 8,9.
- Edberg, S. (2000). Escherichia coli: the best biological drinking water indicator for public health protection. J. Appl. Microbiol., 88, 106S-116S.
- Hesari, N. (2016). A biosensor platform for rapid detection of E. coli in drinking water. Enzyme and Microbial Technology vol. 83, Pages 22-28.
- Hongying, Z. (2012). Quantum dot enabled detection of Escherichia coli using a cell-phone. The Analyst vol. 137.
- Kilungo, A. (2013). Continuous Real-time Detection of Microbial Contamination in Water using Intrinsic Fluorescence. doi: 10.4172/2155-6210.S12-002. J Biosens Bioelectron S12:002.
- Li, W. T., Jin, J., Li, Q., Wu, C. F., Lu, H., Zhou, Q., & Li, A. M. (2016). Developing LED UV fluorescence sensors for online monitoring DOM and predicting DBPs formation potential during water treatment. Water research, 93, 1-9.
- Simões, J. (2018). Continuous and Real-Time Detection of Drinking-Water Pathogens with a Low-Cost Fluorescent Optofluidic Sensor. Sensors (Basel, Switzerland) vol. 18,7 2210.
- Wildeboer, D. (2010). Rapid detection of Escherichia coli in water using a hand-held fluorescence detector. Water Research vol. 44, Pages 2621-2628.
- Zulkifli, N. (2018). Detection of contaminants in water supply State-of-the-art monitoring technologies and their applications. Sensors and Actuators B 255 (2018), 2657–2689.



CONTACTS:

Coordinator

Rafael Casielles (BIOAZUL SL)
Avenida Manuel Agustin Heredia nº18 1ª4 Málaga (SPAIN)
Mail | info@suwanu-europe.eu Website | www.suwanu-europe.eu

CONTACTS:

Responsible for Factsheet

Andres Acosta (TTZ Bremerhaven)
Am Ludeneich 12 27572 Bremerhaven (GERMANY) | Website |
<https://www.ttz-bremerhaven.de/de/>



THIS PROJECT HAS RECEIVED FUNDING FROM
THE EUROPEAN UNION' HORIZON 2020 RESEARCH
AND INNOVATION PROGRAMME
UNDER GRANT AGREEMENT N. 818088

