

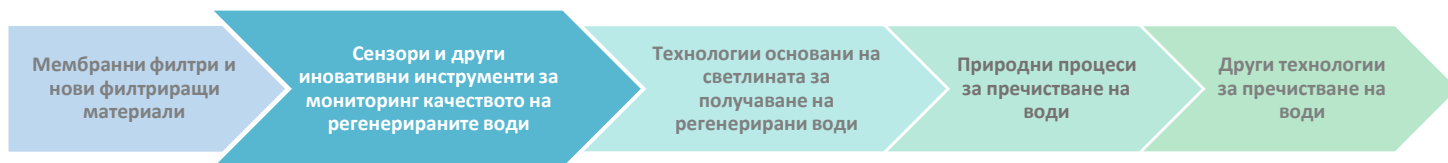
Устойчиво пречистване на води и възможности за повторна употреба в земеделието в Европа

Информационен пакет 4

Инженерни компании от водния сектор



Информационен лист 4.2 – Сензори и други иновативни инструменти за мониторинг качеството на регенерираните води: факти и фигури



SUWANU EUROPE е проект на H2020, чиято цел е да насърчи ефективния обмен на знания, опит и умения между практиците и свързаните участници при използването на регенерирани води в селското стопанство. Този информационен лист е част от общо 5 информационни листа в пакет 4 насочен към инженерните компании във водния сектор и описва различните иновации за откриване на патогени или разтворен органичен въглерод. За измерване на патогените ще се използва поточна цитометрия, а за разтворения органичен въглерод UV LED флуоресцентен сензор. Накрая е представена предстоящата технология.

Въведение

1. Поточна цитометрия

По-голямата част от водните бактерии не се отглеждат и не образуват колонии върху наличните стандартни микробиологични среди. В резултат на това тези бактерии не се откриват чрез методи на култивиране. Сред методите, независими от култивирането, поточната цитометрия е видна поради скоростта и възпроизводимостта на резултатите при различни типове вода. Определянето на бактериалните концентрации може да се извърши в рамките на 15 мин. и е възможно в онлайн формат. Освен чисто количествено определяне, технологията позволява разграничаване между интактни (живи бактерии) и мембранно-увредени бактерии (мъртви).

2. UV Led сензор

Непрекъснатият онлайн мониторинг на разтворените органични вещества (DOM) е важен за бъдещия интелигентен, икономически ефективен контрол при пречистване на водата. От друга страна, честият мониторинг на разтворения органичен въглерод (DOC) и токсичните странични продукти от дезинфекцията (DBP) е относително скъпо и отнема много време. В резултат на това много агенции подчертават необходимостта от мониторинг на DOC и оценка на потенциала за формиране на DBP. Следователно е необходимо да се разработи евтин, малък, енергоефективен и чувствителен сензор, който да осигури сигнали за обратна връзка в реално време за автоматична оптимизация на работните параметри и оценка на образуването на DBP при пречистване. Спектралните измервания, включително UV абсорбционни и флуоресцентни сигнали, свързани с DOM, предлагат обещаващи решения за онлайн мониторинг.

3. Предстоящи иновации

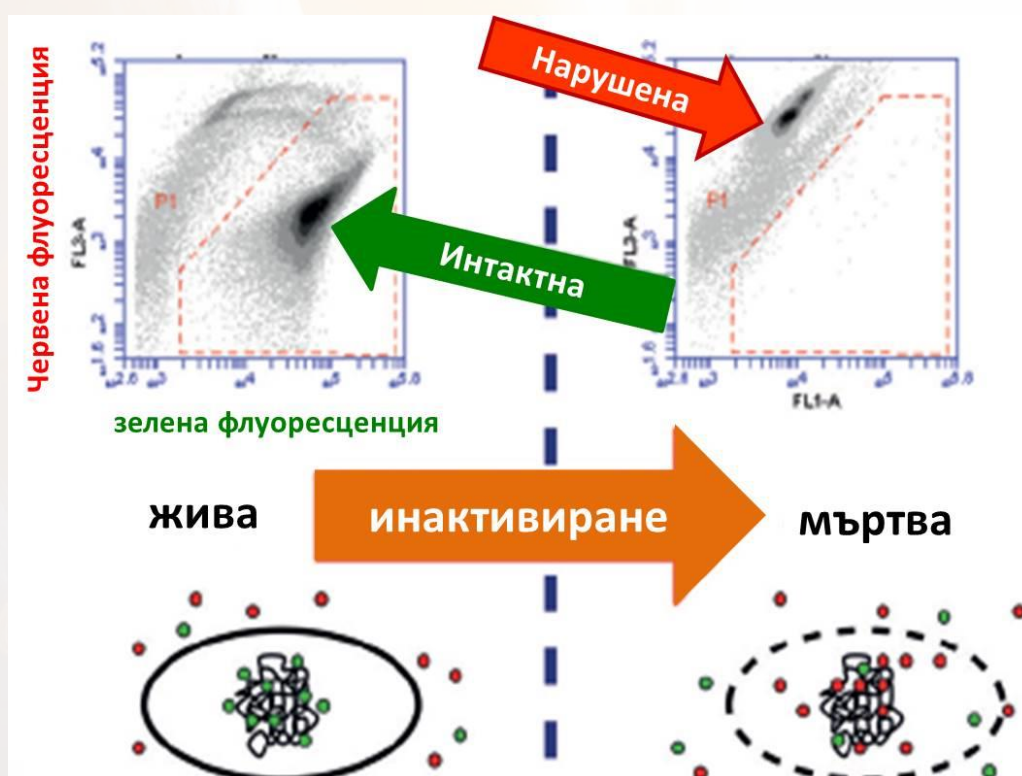
Въпреки всички усилия за разработване на системи за мониторинг в реално време, все още липсват стабилни, непрекъснати, точни и проверими устройства, които да демонстрират потенциал за широкомащабно внедряване. Широкото им приложение е ограничено поради невъзможност за надеждно получаване на точни, рентабилни данни за качеството на водата. От друга страна, по-голямата част от разработените онлайн системи за наблюдение са директни адаптации на традиционни лабораторни аналитични методи, които първоначално не са предназначени за полеви приложения. Освен това от тях се изисква да работят в екстремни и променливи среди, като същевременно получават точни и възпроизводими резултати. Следователно, тези методи изискват често калибриране и поддръжка и често консумират големи количества реагенти. Освен това, анализаторите често страдат от кръстосани отговори поради вариации на матрицата между стандартите и анализиранияте проби, тъй като условията на измерване не се контролират. Съществуват и значителни икономически и логистични разходи, свързани с поддръжката на оборудването поради трудността да се открият проблемите като замърсяване на сензора.



1. ПОТОЧНА ЦИТОМЕТРИЯ

1.1. Технология

Целостта на мембраната на клетката е добър критерий за характеризирани на жизнеспособни (активни или неактивни) клетки и разграничаването им от увредени и мембранно компрометирани клетки. Тази информация е от първостепенно значение при изследванията на функцията на микробните струпвания в естествена среда, за да се определят дейности измерени по различни методи на много активните клетки, които ефективно отговарят за наблюденията. Принципът на този подход е да се използват едновременно пермеат (SYBR Green; Молекулярни сонди) и непроницаема (пропидиев йодид) сонда и да се възползват от енергийния трансфер, който се получава между тях, когато и двете сонди оцветяват нуклеиновите киселини. Пълното туширане на флуоресценцията на проникващата сонда от непроницаемата сонда ще насочи към клетки с нарушена мембрана, частичното охлаждане ще покаже клетки с леко повредена мембрана и липсата на охлаждане ще характеризира непокътнатите мембранни клетки, определени като жизнеспособни.



Фигура 1 Примерна диаграма на плътността на поточната цитометрия на бактериална суспензия с живи/клетки с интактна мембрана (в червена зона), респ. с мъртви клетки с повредена мембрана (извън пунктираната област) след оцветяване с две багрила

1.2. Приложение при пречистването на води

Що се отнася до други типове вода, поточната цитометрия предлага бързо и надеждно определяне на броя на бактериалните клетки в областта на мониторинга на процесите на пречистване на води. Поради факта, че откриването не се основава на култивиране на бактериите, цялата бактериална популация във водата се измерва независимо от техните изисквания за растеж. Докато традиционните хигиенни индикаторни бактерии като колиформи, чревни ентерококи или *Clostridium perfringens* обикновено не се откриват след мембранна филтрация и общият брой на колонии е наличен само след 2-3 дни, поточната цитометрия предлага солидна база данни за микробиологичната оценка на ефективността на различни стъпки за пречистване на водата. Методът е съвместим с концепцията за „Анализ на опасностите и критичните контролни точки“ (НАССР), тъй като бързото откриване на промените в микробиологията осигурява добра основа за решения за контрол на процеса.

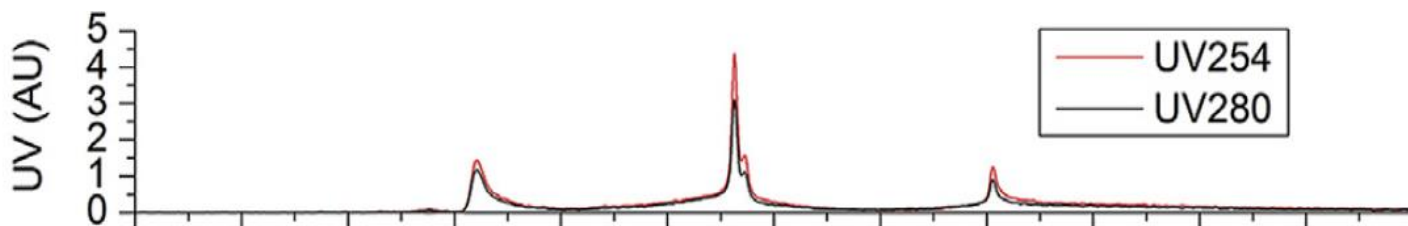


SUWANU
EUROPE

2. LED UV ФЛУОРЕСЦЕНТЕН СЕНЗОР

2.1. Технология

LED сензорът, който измерва едновременно UV280 абсорбцията, протеино и хуминово подобните флуоресценции, е възможно да наблюдава хромофори и флуорофори с добра чувствителност и точност. Течната хроматография с детектор на органичен въглерод, комбинирана с 2D синхронен корелационен анализ, допълнително демонстрира как DOM компонентите с голямо молекулно тегло се трансформират в малки части като функция от намаляването на хуминоподобната флуоресценция. За спектрална характеристика на пробите се прилага високоефективна изключваща хроматография с мулти-UV абсорбция и многоемисионни флуоресцентни сканирания.



Фигура 2: Снимка на спектрофотометър с диаграма показваща пикове измерени при UV254 и UV280

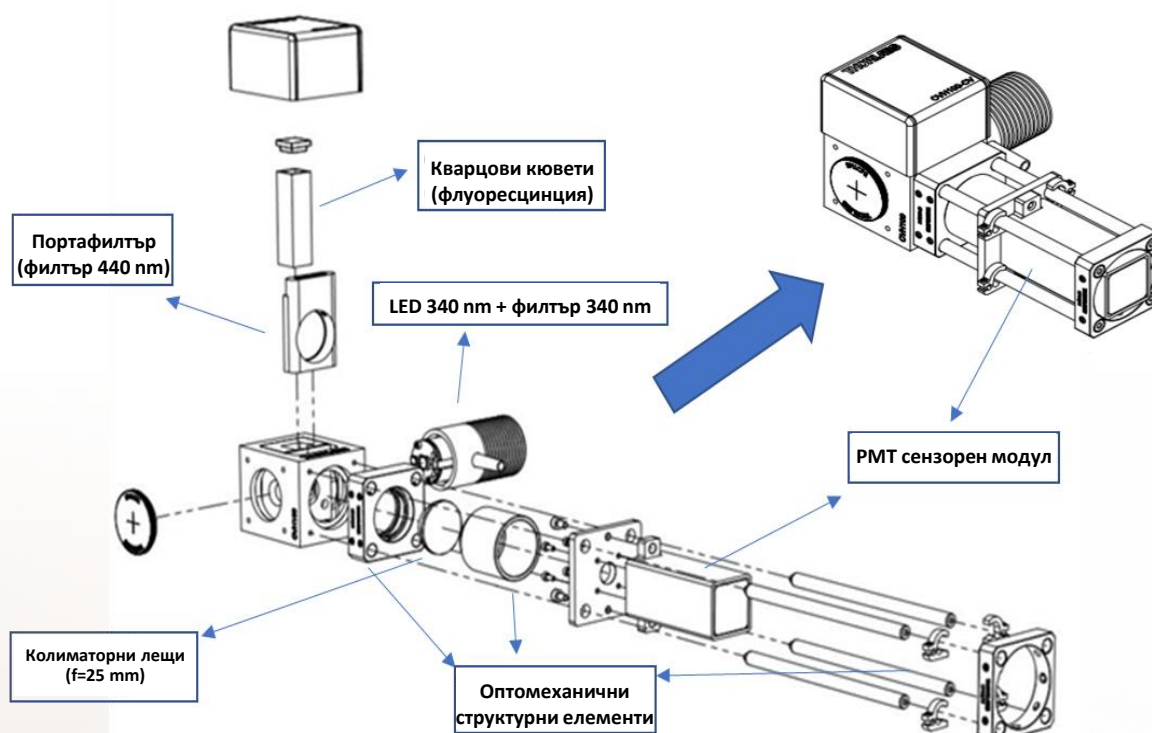
2.2. Приложение при пречистването на води

Хлорирането е най-широко използваната дезинфекционна практика по време на пречистването на водата, тъй като е ефективно срещу повечето патогени и осигурява остатъчен дезинфекционен капацитет. Обаче токсичните дезинфекционни странични продукти (DBPs) неизбежно се образуват поради реакции между хлора и естествените органични вещества (NOM), което предизвиква сериозни опасения за общественото здраве. Много изследвания показват, че DBPs са цитотоксични и генотоксични, а хроничното излагане на DBPs е свързано с рак на пикочния мехур и дебелото черво при хората. Възможността да се открият тези продукти с LED UV флуоресцентен сензор може да намали концентрацията на тези продукти по време на пречистването.

3. ПРЕДСТОЯЩИ ИНОВАЦИИ

3.1. Технология

За конкретния случай на откриване на патогени във водата има обещаваща перспектива за фотонните сензори, които подобряват биологичното откриване, като се възползват от естественото флуоресцентно свойство на някои бактерии, като *Escherichia coli*. Патогенният сензор, предложен от AIMEN, има за цел да открие флуоресценцията на естествените бактерии в реална водна проба при *in situ* измервания. Задълбоченото проучване с реални водни проби ще направи разликата със съществуващото състояние на техниката в тази област. Този сензор няма да даде точно количествено определяне на *E. coli*, но ще извърши мониторинг, който може да удостовери оценката на присъствието на патогена. Това трябва да се разбира като ранна алармена система, която предполага необходимостта от допълнителен лабораторен анализ, за да се потвърди наличието и к.о.е. на патогени във водата. Той също не е много специфичен, но не изисква обработка на вода, никакви реактиви, функционализация или предварителна обработка на пробите, което го прави по-евтин и наистина лесен за работа.



Фигура 3: PMT настройка на сензора, предложена от AIMEN за флуоресцентни измервания на *E. coli*

3.2. Приложение при пречистването на води

Разработени са сензори за директно измерване на естествената флуоресценция на тези бактерии в реални условия без обработка на проби и използване на системи за циркуляция на водата, за да се възпроизведе мониторинг на воден разтвор. Няма обаче съобщения за използването на някой от тези сензори в реални обекти или за наблюдение на реални проби от вода от пречиствателни станции. Но с патогенния сензор, предложен от AIMEN, който ще бъде използван в системата за наблюдение в реално време, непрекъснато ще се измерва емисията на флуоресценция в байпас в пречиствателната станция за вода. Ако сензорът работи правилно, това ще бъде пробив в мониторинга на реални проби води извън лабораторните условия без обработка на проби, добавяне на реагент или скъпи устройства.

5. Източници

- 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.



КОНТАКТИ:

Координатор

Rafael Casielles (BIOAZUL SL)

Avenida Manuel Agustin Heredia nº18 1ª4 Málaga (SPAIN)

Mail | info@suwanu-europe.eu Website | www.suwanu-europe.eu

КОНТАКТИ:

Отговорен за информационния лист

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

