

Contract nr. 54 PTE/2020

Etapa nr. 3/2022

Cod. Proiect: PN-III-P2-2.1-PTE-2019-0394

Titlu proiect:

**Sistem inteligent de monitorizare a calității apei
SmartMonWater**

Raportul Științific și Tehnic

2022

1 Introducere

În vederea evaluării calității apei și determinarea surselor poluanților rezultați în urma activității umane, proiectul își propune dezvoltarea unui sistem inteligent de monitorizare a râurilor cu afluenții acestora sau a sistemelor de canalizare orășenești demonstrat în mediul industrial (TRL 6), pornind de la o tehnologie validată în laborator (TRL 4), care asigură sau extinde monitorizarea parametrilor de poluare a acestora în timp real.

Pentru îndeplinirea scopului propus, în cadrul acestui proiect se dezvoltă mai multe soluții inovatoare, precum o platformă hardware de achiziție multi-senzor, o aplicație software care poate rula pe un server local sau în *cloud* pentru stocarea, analiza, interpretarea și vizualizarea datelor de la senzori, și o aplicație software bazată pe tehnologii cu inteligență artificială, pentru identificarea, clasificarea diferitelor zone poluate, localizarea surselor de poluare, predicția extincției acestora, determinarea gradului de poluare în timp real. În etapele 1 și 2 s-au desfășurat activități în vederea atingerii scopului menționat anterior.

În etapa a 3-a s-a realizat testarea sistemului în condiții de laborator și similare celor reale, identificarea problemelor și prezentarea soluțiilor de optimizare propuse.

2 Testarea sistemului SmartMonWater

Testarea sistemului SmartMonWater presupune pe de-o parte evaluarea funcționării sale și a modului în care îndeplinește specificațiile tehnice, iar pe de altă parte efectuarea de măsurători asupra unor probe de apă obținute atât în laborator, cât și din mediul real.

În ceea ce privește evaluarea funcționării sistemului și a modului în care îndeplinește specificațiile tehnice, s-au identificat câteva probleme hardware care vor fi detaliate în raportul de testare și optimizare sistem, împreună cu soluțiile la acestea. Din punct de vedere software nu s-au remarcat probleme, acestea fiind deja corectate în timpul dezvoltării-testării software efectuate în etapa precedentă a proiectului.

Referitor la efectuarea măsurătorilor, acestea s-au realizat în laborator, utilizând probe de apă prelevate din laborator (apă de la robinet), cât și mediul real. Înainte de efectuarea propriu-zisă a măsurătorilor, s-a realizat calibrarea senzorilor. Procedura de calibrare este detaliată în raportul de testare și optimizare sistem. Prelevarea probelor de apă s-a realizat conform unor procedurii standard bine definite în vederea obținerii unor măsurători cât mai precise. În final, rezultatele măsurătorilor sunt prezentate sub forma unor fișe de analiză.

Senzorii utilizați în măsurarea calității apei au fost:

- Senzor de oxigen dizolvat
- Senzor de temperatura
- Senzor pentru determinarea PH-ului
- Senzorul de conductivitate apă
- Senzorul de potențial de oxido-reducere

Calibrarea senzorilor

Înainte de începerea procesului de testare au fost necesară calibrarea a senzorilor care s-a realizat după proceduri standard stabilite și descrise de către producătorii senzorilor și de asemenea au fost ilustrate prin imagini de la momentul efectuării acestora în laborator.

Calibrare senzor oxigen dizolvat

După alimentarea transmițătorului, senzorului trebuie să i se acorde timp pentru a se stabili. Aceasta se realizează cel mai bine urmând procedura de aducere la zero de mai jos. O calibrare completă include aducerea la zero și stabilirea intervalului senzorului (*span*). În general, nu este necesară aducerea la zero la fiecare calibrare, dar trebuie făcută în timpul instalării inițiale.

Sistemul oferă trei metode de calibrare a oxigenului dizolvat: 1-punct (eșantion), % saturație (calibrare aer) și zero care au fost prezentate în raportul detaliat.

Calibrarea temperaturii

Secvența de calibrare a temperaturii este în esență o calibrare de offset cu 1 punct care permite ajustări de aproximativ ± 5 °C. Temperatura senzorului poate fi calibrată on-line sau senzorul poate fi scos din proces și plasat într-o soluție de referință. În orice caz, este esențial ca senzorul să fie lăsat să atingă echilibrul de temperatură cu soluția pentru a oferi cea mai mare precizie. La deplasarea senzorului între medii cu temperaturi foarte diferite, ar trebui să se permită senzorului să se stabilizeze cu o oră înainte ca secvența de calibrare să fie inițiată. Dacă senzorul este online, utilizatorul poate seta opțiunea HOLD a ieșirii înainte de calibrare pentru a bloca orice fluctuații de ieșire.

Calibrare senzor pH

Deoarece panta senzorului (mV/pH) se va degrada timp, senzorul se calibrează periodic pentru a menține un grad ridicat de precizie a măsurătorilor. Frecvența calibrării se determină de aplicația software. Aplicarea la temperaturi ridicate sau care implică valori extreme de pH pot necesita mai calibrări mai frecvente decât cele la un pH mai și temperaturi ale mediului ambiant mai neutre. Înainte de calibrarea instrumentului pentru prima dată, este importantă selectarea corectă a parametrilor de operare din meniurile de configurare, precum cum ar fi Sensor Type și Set Buffers. Alegerea soluției tampon se face prin preluarea de valori apropiate de pH-ul normal de funcționare al procesului. De exemplu, dacă procesul funcționează în mod normal la 8 pH, valorile soluției tampon de 9,18 pH și 7,00 pH sunt preferate față de 4,00 pH

și 7,00 pH. Dacă este posibil, se selectează una dintre soluțiile tampon aproape de 7,00 pH. Soluțiile tampon trebuie să fie la cel puțin 2 unități de pH separate pentru a se asigura calibrare precisă.

Calibrare senzor conductivitate

Calibrarea este necesară pentru a se potrivi exact caracteristicile senzorului cu cele ale monitorului/analizorului. La instalarea inițială, trebuie efectuată o calibrare a temperaturii înaintea calibrării conductivității. În cazul calibrării umede, a se avea grijă să nu se contamineze din greșeală soluția de referință; se curăța senzorul bine, se clătește cu apă de la robinet, apoi în apă distilată sau deionizată. În plus, soluțiile de calibrare mai mici de 200 μ S sau mai mari de 100 mS pot fi foarte instabile. Mutarea senzorului între diferite soluții de referință poate contamina rapid soluțiile și să le facă inexacte.

Calibrare senzor de potențial de oxido-reducere

Senzorul ORP se poate calibra din platforma multi-senzor. Platforma oferă utilizatorului posibilitatea de a efectua calibrarea într-un punct.

Calibrarea senzorilor în laborator

În continuare sunt prezentate câteva imagini din timpul calibrării senzorilor în laborator.

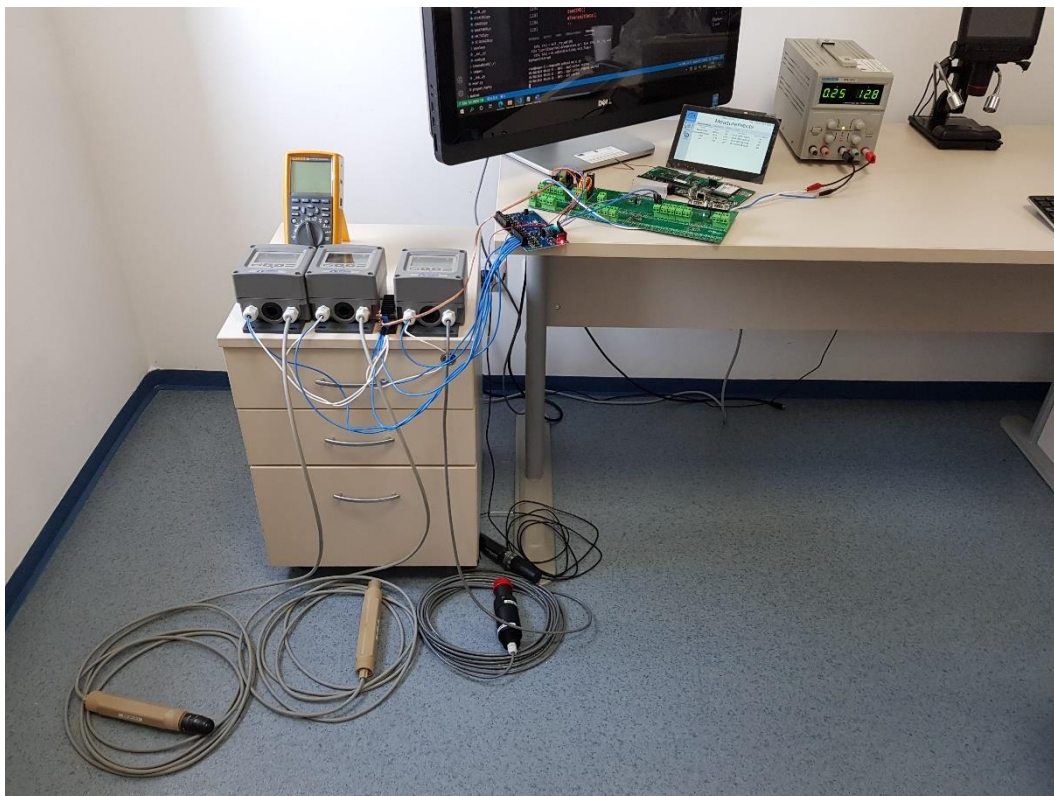


Figura 1 Sistemul SmartMonWater, incluzând senzorii de apă cu interfețele specifice

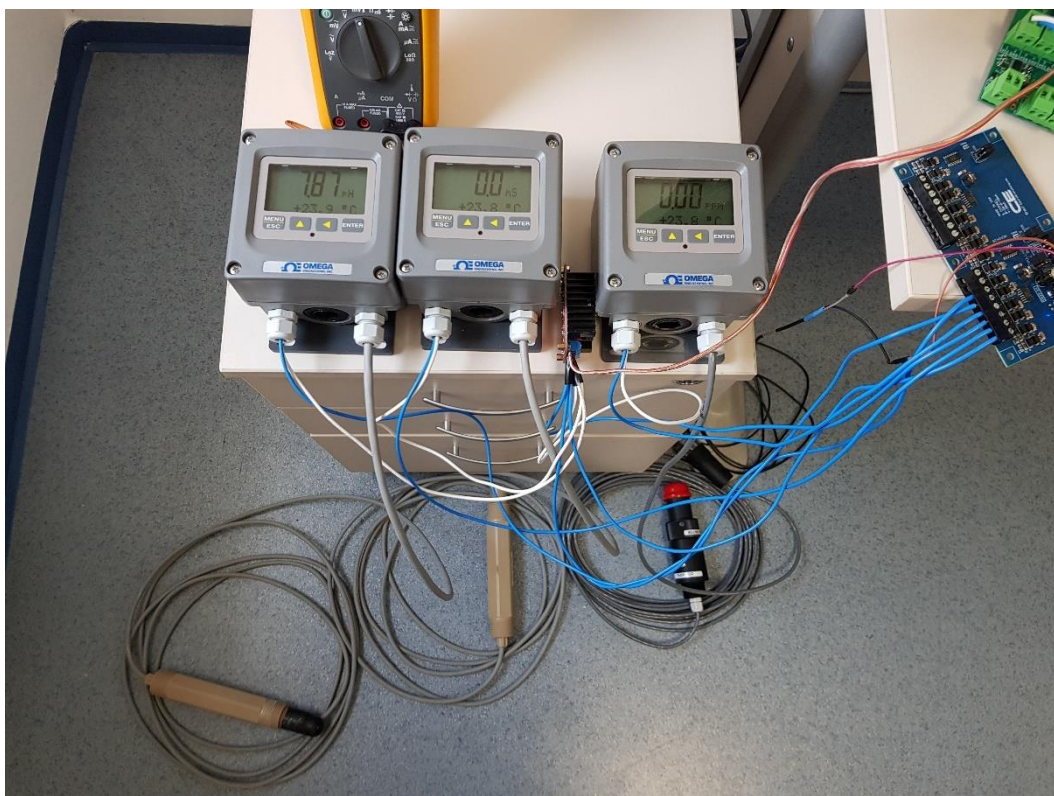


Figura 2 Valorile măsurate afișate pe ecranele transmițătoarelor

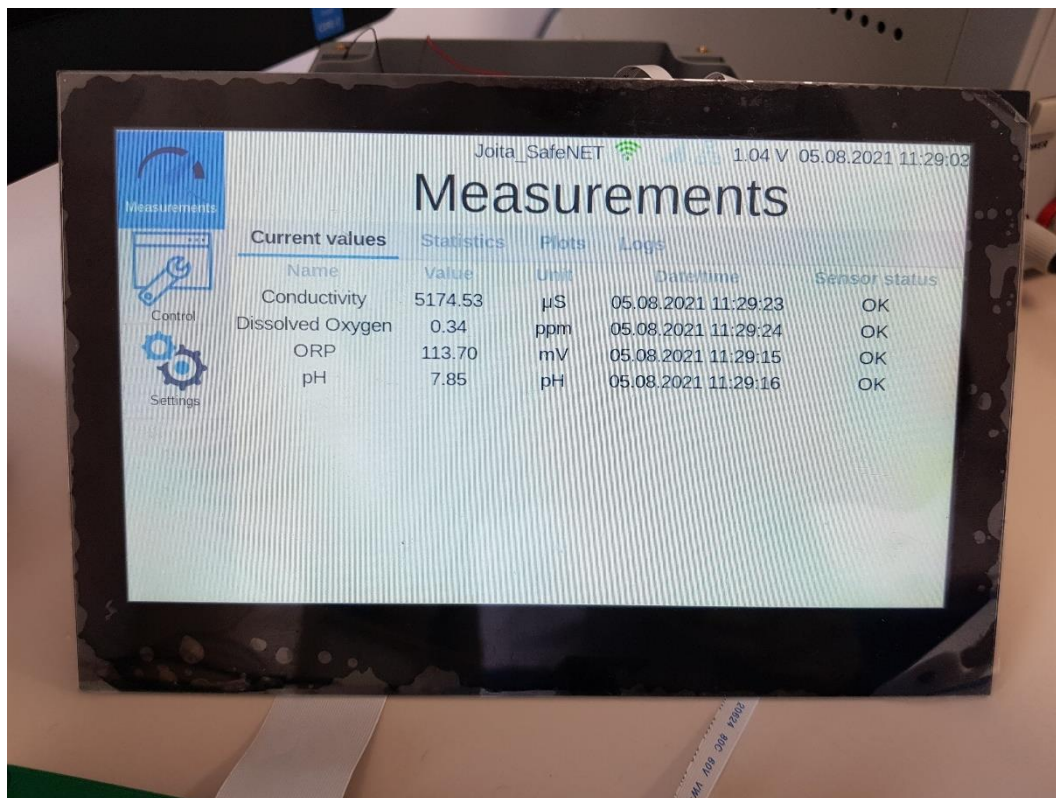


Figura 3 Valorile măsurate afișate pe ecranul sistemului

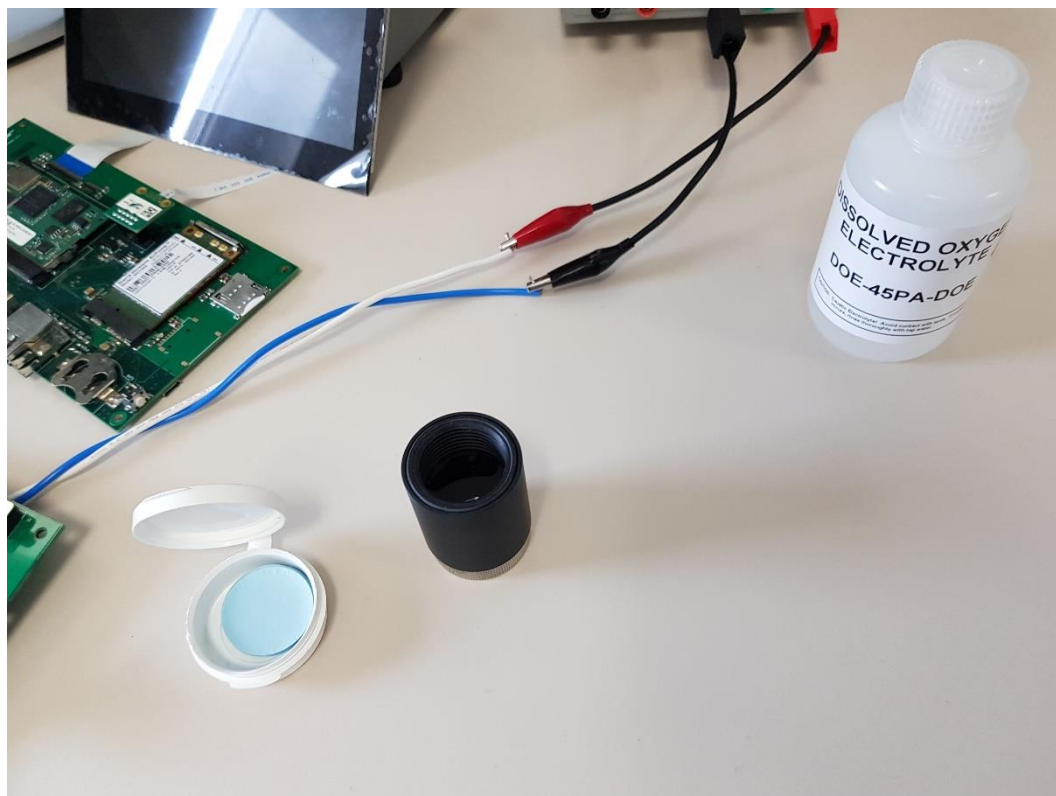


Figura 4 Membrana (stânga) și recipientul (centru) senzorului de oxigen dizolvat ce trebuie umplut cu electrolit (dreapta) pentru efectuarea măsurărilor



Figura 5 Valori afișate în timpul calibrării senzorului de conductivitate electrică

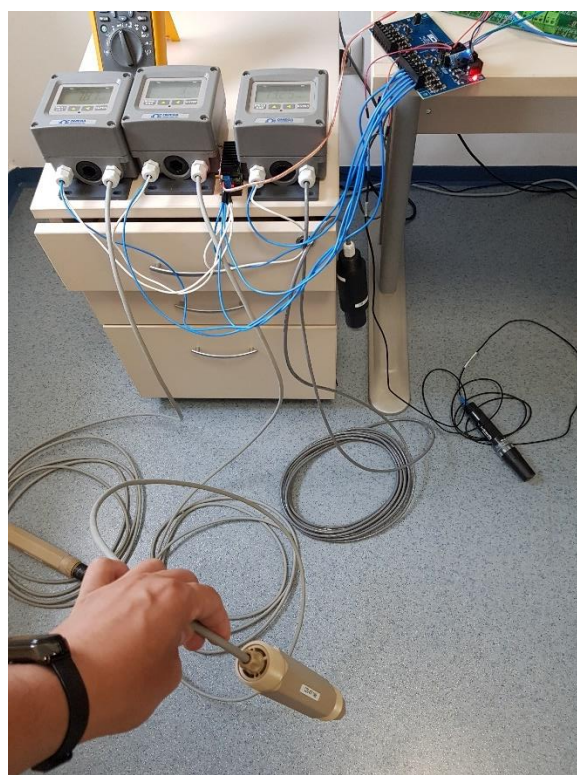


Figura 6 Păstrarea senzorului de conductivitate electrică în aer, cu vârful în jos și la distanță de alte obiecte, în vederea calibrării

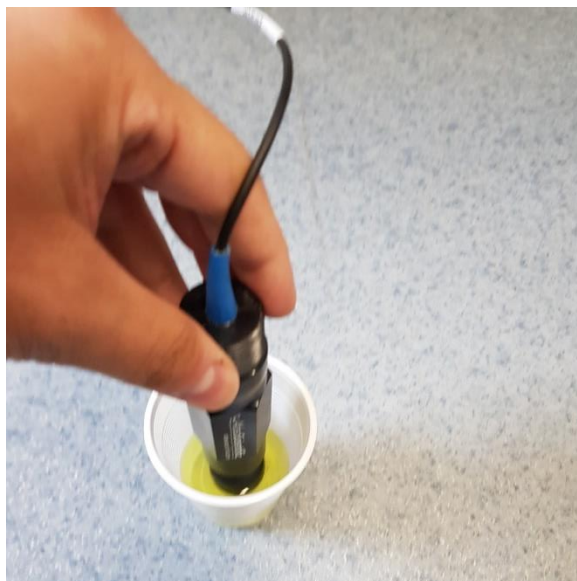


Figura 7 Calibrarea senzorului de potențial de oxido-reducere prin plasarea în soluția de calibrare

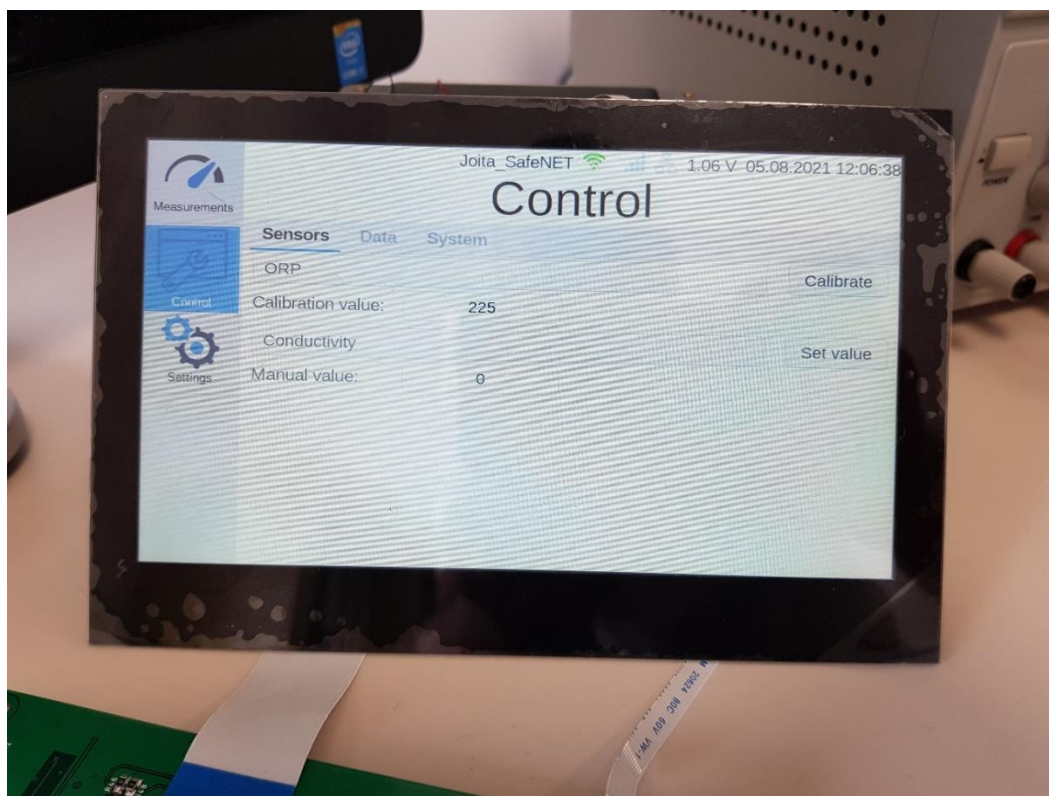


Figura 8 Calibrarea senzorului de potențial de oxido-reducere prin setarea valorii calibrate

Rezultatele măsurătorilor

Rezultatele măsurătorilor sunt prezentate sub forma unor fișe de analiză, după cum se prezintă în exemplul de mai jos:

Locul prelevării: *Centrul de cercetare-dezvoltare al companiei Mira Technologies Group, com. Joița, jud. Giurgiu/apă de la robinet/coordonate geografice 44.466539869959625, 25.882120903370684*

Data prelevării: *05.08.2021*

Ora prelevării: *11:30*

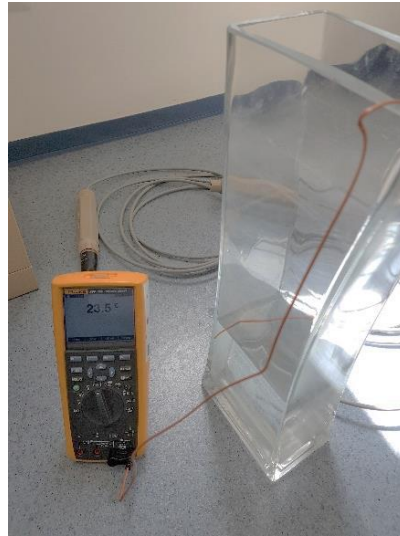
Modul prelevării: *manual, folosind un recipient din sticlă*

Cantitate prelevată: *1000 mL*

Fotografii prelevare:



Fotografii analiză:



Rezultatele detaliate se regasesc in raportul de testare si optimizare sistem.

3 Optimizarea sistemului SmartMonWater

Optimizarea sistemului SmartMonWater s-a realizat în urma evaluării funcționării sale în laborator și a modului în care îndeplinește specificațiile tehnice. Din punct de vedere software nu s-au identificat probleme, acestea fiind deja corectate în timpul etapei de dezvoltare-testare software.

4 CONCLUZII

În concluzie, în cadrul etapei 3 s-au realizat următoarele:

- Stabilirea procedurilor testării sistemului SmartMonWater;
- Calibrarea senzorilor în vederea analizei probelor de apă prelevate din mediul real;
- Prelevarea probelor de apă din diverse surse de apă din mediul real;
- Analiza probelor de apă prelevate din mediul real în laborator;
- Optimizarea sistemului SmartMonWater s în urma evaluării funcționării sale în laborator și a modului în care îndeplinește specificațiile tehnice;

În urma desfășurării etapei a 3-a au rezultat următoarele:

- Un raport de testare si optimizare a sistemului SmartMonWater;
- Doua publicatii din care un articol publicat în jurnalul Water cotat ISI și un articol prezentat la conferința INTERNATIONAL CONFERENCE on ELECTRONICS, COMPUTER and ARTIFICIAL INTELLIGENCE in curs de indexare ISI;
- Depunerea unei cereri de brevet la OSIM;
- Proces verbal de omologare interna a sistemului SmarMonWater;
- Diseminarea rezultatelor la potențiali beneficiari.

Director de proiect

Sandel Zaharia

