

Programul 2 - Creșterea competitivității economiei românești prin cercetare, dezvoltare și inovare, Subprogramul 2.1. Competitivitate prin cercetare, dezvoltare și inovare

Tip proiect: Proiect de Transfer la operatorul economic

Sistem inteligent de monitorizare a calității apei SmartMonWater

RAPORT DE CERCETARE ETAPA 1

2020

1 Introducere

Apele curgătoare reprezintă principala sursă de apă potabilă pentru majoritatea localităților din țara noastră și este evident că nivelul lor de calitate influențează direct sistemele de tratare și de distribuție a apei potabile în centre populate. O posibilă sursă de poluare o reprezintă apele uzate, dacă nu sunt monitorizate. Proiectul **SmartMonWater** pornește de la necesitatea **monitorizării în timp real** atât a apelor curgătoare și a afluenților acestora, cât și a sistemelor de canalizare orășenești, cu rol în evacuarea apelor uzate către acestea.

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, cum ar fi:

- o platformă hardware de achiziție multi-senzor;
- o aplicație software de monitorizare a poluării râurilor, stocarea datelor, procesarea și analiza acestora;
- o aplicație software web de servicii alertare;
- o aplicație web pentru cercetare;
- o aplicație web de administrare și mentenanță.

În etapa I intitulată “**Elaborarea specificațiilor tehnice**” s-au desfășurat următoarele activități:

- Analiza și definirea scenariului operațional;
- Analiza noilor tehnologii software și hardware la implementarea sistemului;
- Elaborare specificații tehnice/funcționale și arhitecturii sistemului;
- Elaborarea planului testare a sistemului.

Rezultatele activităților enumerate mai sus s-au concretizat în următoarele livrabile:

- Raport de analiză a scenariului operațional și a tehnologiilor utilizate;

- Raport tehnic cu specificațiile tehnice/funcționale ale sistemului;
- Planul de testare a sistemului.

În **raportul de analiză a scenariului operațional și a tehnologiilor utilizate** s-a prezentat scenariul operațional în care poate fi implementat sistemul SmartMonWater și tehnologiile utilizate pentru implementarea sa. De asemenea, sunt prezentate sisteme similare, standarde și reglementări naționale, respectiv reglementări europene din domeniu. Au fost descrise scenariile operaționale de utilizare a sistemului, iar în final tehnologiile utilizate din punctul de vedere al senzorilor, componentelor hardware și software.

În **raportul tehnic cu specificațiile tehnice/funcționale ale sistemului** este prezentată arhitectura propusă a sistemului SmartMonWater și a specificațiilor funcționale și tehnice pe care trebuie să le îndeplinească. În acest sens, se prezintă inițial arhitectura generală a sistemului, apoi arhitectura componentelor acestuia, iar în final, cerințele funcționale și tehnice detaliate.

În cadrul **planului de testare a sistemului** sunt stabilite activitățile de cercetare care vor urmări obținerea parametrilor de performanță: timpul de răspuns, domeniul de liniaritate, specificitate, limitele de detecție, reproductibilitatea rezultatelor și a modalităților de reactivare a platformei hardware multi-senzor.

În raportul de cercetare aferent **etapei I de realizare** sunt descrise activitățile de cercetare organizate în următoarele capitole: în capitolul 2 este prezentat contextul actual din punct de vedere al reglementărilor europene și sistemele realizate în prezent în acest domeniu la nivel național; în cadrul acestui capitol sunt prezentate, în extras, prevederile Directivei 2000/60/EC, cu referire la proiectul SmartMonWater. A fost realizată o analiză detaliată a soluțiilor existente pentru sistemele de monitorizare a apei; în capitolul 3 sunt prezentate normele și condițiile de descărcare a apelor uzate în mediul acvatic, care vor reprezenta reperele principale în monitorizarea parametrilor prezentului sistem. De asemenea, este prezentată analiza și definirea scenariilor operaționale; în capitolul 4 este prezentată o analiză detaliată a tehnologiilor utilizate în realizarea senzorilor, sistemelor, atât din punct de vedere hardware cât și din punct de vedere software.

2 Stadiul actual

Monitorizarea calității apei la nivel internațional

Calitatea apei se referă la caracteristicile chimice, fizice, biologice și radiologice ale apei. Aceasta este o măsură a stării apei în raport cu cerințele uneia sau mai multor specii biotice, respectiv ale omului. Calitatea este evaluată după un set de standarde de conformitate. Cele mai comune standarde utilizate pentru evaluarea calității apei se referă la sănătatea ecosistemelor, siguranța contactului uman și apa potabilă. Calitatea apei are un impact uriaș asupra râurilor, lacurilor și aprovizionării cu apă.

Parametrii pentru calitatea apei sunt determinați de scenariul operațional în care se fac evaluările. Cercetările în domeniul calității apei tind să se concentreze asupra apei care este tratată pentru consumul uman, pentru uz industrial sau în mediu, respectiv asupra deversărilor de apă uzată și bazinelor hidrografice.

Calitatea apei depinde de geologia și ecosistemul local, precum și de utilizările umane, cum ar fi dispersia apelor uzate, poluarea industrială, încălzirea artificială a apei datorită proceselor de răcire industriale și utilizarea excesivă care poate reduce nivelul apei. Contaminanții care pot fi în apa netratată includ microorganisme precum virusuri, protozoare și bacterii; contaminanți anorganici precum sărurile și metalele; contaminanți chimici organici din procesele industriale și utilizarea petrolului; pesticide și erbicide; contaminanți radioactivi.

Agenția pentru Protecția Mediului din Statele Unite (United States Environmental Protection Agency - EPA) limitează cantitatea anumitor contaminanți din apa de la robinet furnizată de sistemele publice de apă din SUA. Legea privind apa potabilă sigură autorizează EPA să emită două tipuri de standarde:

- standardele primare ce reglementează substanțele care pot afecta sănătatea umană;
- standardele secundare precum cele care afectează gustul, mirosul sau aspectul.

Parlamentul European, prin directiva 2000/60/EC a stabilit un cadru de acțiune comunitară în domeniul politicii de apă. Scopul prezentei directive este de a stabili un

cadru pentru protecția apelor de suprafață interioare, a apelor de tranziție, apele de coastă și apele subterane care:

- previne deteriorarea ulterioară, protejează și îmbunătățește starea ecosistemelor acvatice și în ceea ce privește nevoile lor de apă, ecosistemele terestre și zonele umede în funcție de ecosistemele acvatice;
- promovează utilizarea durabilă a apei pe baza unei protecții pe termen lung a resurselor de apă disponibile;
- vizează o protecție sporită și îmbunătățirea mediului acvatic, prin măsuri specifice pentru reducerea progresivă a deversărilor, emisiilor și pierderilor de substanțe prioritare și încetarea sau eliminarea treptată a deversărilor, emisiilor și pierderilor substanțelor periculoase prioritare;
- asigură reducerea progresivă a poluării apelor subterane și previne poluarea ulterioară a acestora;
- contribuie la atenuarea efectelor inundațiilor și secetelor și contribuie astfel la:
 - o asigurarea aprovizionării suficiente cu apă de suprafață și subterană de bună calitate, așa cum este necesar pentru o utilizare durabilă, echilibrată și echitabilă a apei;
 - o o reducere semnificativă a poluării apelor subterane;
 - o protecția apelor teritoriale și marine;
 - o realizarea obiectivelor acordurilor internaționale relevante, inclusiv a celor care vizează prevenirea și eliminarea poluării mediului marin, prin acțiuni comunitare în temeiul art. 16 alin. (3) pentru a înceta sau elimina treptat deversările, emisiile și pierderile de substanțe periculoase prioritare, cu scopul final de atingere a concentrațiilor în mediul marin în apropierea valorilor de fundal pentru substanțele naturale și aproape de zero pentru substanțele sintetice create de om.

1.a. Obiectivele principale de protecție a mediului pentru apele de suprafață sunt următoarele:

- Statele membre pun în aplicare măsurile necesare pentru a preveni deteriorarea stării tuturor corpurilor de apă de suprafață;



- Statele membre protejează, îmbunătățesc și refac toate corpurile de apă de suprafață, sub rezerva aplicării paragrafului (iii) pentru corpurile de apă artificiale și puternic modificate, cu scopul de a obține o stare bună a apelor de suprafață cel târziu la 15 ani de la intrarea în vigoare a prezentei directive;
- Statele membre protejează și îmbunătățesc toate corpurile de apă artificiale și puternic modificate, cu scopul de a atinge un potențial ecologic bun și o stare chimică bună a apelor de suprafață în cel mult 15 ani de la data intrării în vigoare a prezentei directive;
- Statele membre pun în aplicare măsurile necesare în conformitate cu art. 16 alin. (1) și (8), cu scopul de a reduce progresiv poluarea cu substanțe prioritare și de a înceta sau de a elimina treptat emisiile, deversările și pierderile de substanțe periculoase prioritare;

1.b. Obiectivele principale de protecție a mediului pentru apele de subterane sunt următoarele:

- Statele membre pun în aplicare măsurile necesare pentru a preveni sau limita intrarea poluanților în apele subterane și pentru a preveni deteriorarea stării tuturor corpurilor de apă subterană;
- Statele membre protejează, îmbunătățesc și refac toate corpurile de apă subterană, asigură un echilibru între captarea și reîncărcarea apelor subterane, cu scopul de a obține o stare bună a apelor subterane în termen de cel mult 15 ani de la data intrării în vigoare a prezentei directive;
- Statele membre pun în aplicare măsurile necesare pentru a inversa orice tendință ascendentă semnificativă și susținută a concentrației oricărui poluant rezultat din impactul activității umane pentru a reduce progresiv poluarea apelor subterane.

Sisteme de monitorizare a calității apei

Această secțiune își propune prezentarea soluțiilor existente privind sistemele de monitorizare a apei.

La nivel internațional există sisteme care realizează monitorizarea apelor din punct de vedere al poluării acestora. O parte dintre acestea sunt realizate doar pentru

poluanți proveniți din sectorul agricol, de exemplu fluxul de nutrienți din râuri [1,2,3-5]; altele sunt orientate pe evaluarea stării ecologice a râurilor [6,7] sau impactul poluării râurilor asupra apei potabile [8-10]. Majoritatea studiilor s-au realizat pe plasarea senzorilor in situ [11,12-14,15-17]. Cu toate acestea, dispozitive de precizie pentru monitorizarea apei, precum analizoarele chimice nu prea sunt utilizate datorită costurilor mari de investiție și de întreținere, ele fiind utilizate pentru monitorizarea bazinelor hidrografice prin stații de analiză ale agențiilor naționale. Aceste tipuri de analizoare sunt utilizate, de exemplu, pentru determinarea cantității de fosfor în apă [5,18,19,20]. Cu toate acestea, azotul amoniacal (NH₄-N) și carbonul organic (Total Organic Carbon - TOC) prezintă o relevanță semnificativă pentru starea chimică și ecologică a râurilor, precum și pentru identificarea surselor din care provin [21].

În ceea ce privește platforma hardware care asigură citirea și transmiterea datelor de la senzori (data logger) există, la nivel internațional, mai multe sisteme disponibile comercial precum: Sistemul AMS111 IV, Sistemul MS6D Sistemul MEMORY HILOGGER LR8450, Sistemul LGN45, Sistemul Tropos-124, Sistemul PCE-KD5, Sistemul LGR-5329 și Sistemul OTT netDL

3 Norme privind condițiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate și analiza/definirea scenariilor operationale

La nivel european, Parlamentul European, prin directiva 2000/60/EC a stabilit un cadru de acțiune comunitară în domeniul politicii de apă. Scopul prezentei directive este de a stabili un cadru pentru protecția apelor de suprafață interioare, a apelor de tranziție, apele de coastă și apele subterane.

La nivel național este dată **Hotărârea nr. 188/2002** pentru aprobarea unor norme privind condițiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate și este actualizată până în data de 19 martie 2007.

Prin această hotărâre sunt stabilite normativele de stabilire a limitelor precum:

- Art. 1. Se aprobă Normele tehnice privind colectarea, epurarea și evacuarea apelor uzate urbane, NTPA-011;

- Art. 2. Se aprobă Normativul privind condițiile de evacuare a apelor uzate în rețelele de canalizare ale localităților și direct în stațiile de epurare, NTPA-002/2002;
- Art. 3. Se aprobă Normativul privind stabilirea limitelor de încărcare cu poluanții a apelor uzate industriale și urbane la evacuarea în receptorii naturali, NTPA-001/2002.

Normativele din Hotărârii Guvernului nr. 188/2002 pentru aprobarea unor norme privind condițiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate au fost actualizate prin **Hotărârea nr. 352/2005**. Normele stabilite sunt prezentate în tabelele următoare:

- **Prescripții referitoare la evacuările provenite din stațiile de epurare a apelor uzate urbane**
- **Prescripții referitoare la evacuările din stațiile de epurare a apelor uzate urbane în zonele sensibile supuse eutrofizării**
- **Indicatori de calitate ai apelor uzate evacuate în rețelele de canalizare ale localităților** | Hotărâre 352/2005 cu standardele de măsurare indicate în coloana “Metoda de analiză”
- **Valori-limită de încărcare cu poluanți a apelor uzate industriale și urbane evacuate în receptori naturali** din valori limită de încărcare cu poluanți a apelor uzate industriale și urbane evacuate în receptori naturali | Hotărâre 352/2005

Se face o analiză detaliată referitoare la poluarea și poluanții apelor, indicatorilor de calitate ai apei uzate, caracteristicilor apelor uzate. Sunt prezentate metode de analiză a apelor uzate.

Scenariu operațional

Pe parcursul proiectului se va dezvolta un sistem inteligent de monitorizare a calității apei din râuri sau din rețele de canalizare orășenești care să permită monitorizarea parametrilor de poluare ai acestora în timp real.

Se vor evalua următorii indicatori de calitate ai apelor: **pH, ORP (potențial de reducere al oxigenului), temperatura, conductivitatea și oxigenul dizolvat.**

Scenariile operaționale din cadrul proiectului sunt următoarele:

În condiții de laborator

În această etapă de funcționare a platformei multi-senzor se vor utiliza probe de apă cu încărcătură poluantă cunoscută, adică la diferite valori ale indicatorilor de calitate menționați. Se vor stabili limitele minime și maxime de detecție.

- a. Pentru fiecare din cei 5 parametri menționați mai sus se pregătesc mostre de apă aflate la valori cunoscute vis a – vis de indicatorii menționați;
- b. Pentru fiecare parametru se impune o variație după o lege impusă;
- c. Se înregistrează următoarele date: data executării analizelor, numărul de identificare al probei, rezultatele determinărilor însoțite de unitatea de măsură corespunzătoare.

În cadrul acestui scenariu se urmărește verificarea calității datelor furnizate de platforma multisenzor.

În condiții similare celor reale

În această etapă de funcționare a platformei multi-senzor se vor utiliza probe de apă preluate din mediul natural și din sistemul orășenesc de canalizare care vor fi transportate în locația în care se vor face determinările. Se va ține cont și de condițiile meteorologice în acest caz însă acestea nu vor fi cele reale din momentul prelevării probei ci vor fi cele din momentul realizării determinărilor.

- d. Pentru fiecare din cei 5 parametri menționați mai sus se preludează mostre de apă din natură; Propunem prelevare din râurile Dâmbovița și Argeș precum și din canalizarea orășenească a orașului București în aval de stația de epurare Glina;
- e. Pentru detectarea unor variații ale valorilor acestor parametri se propune realizarea a mai multor seturi de determinări (prelevare de probe); se vor efectua aceste seturi de măsuri pentru fiecare din cele trei puncte de prelevare menționate anterior;
- f. Se înregistrează următoarele date: natura probei, locul și data recoltării acesteia, tipul de recipiente utilizate, modul de transport al probelor la laborator, data executării analizelor, natura numărul de identificare al probei, rezultatele determinărilor însoțite de unitatea de măsură

corespunzătoare, metodele de analiză utilizate, evaluarea indicatorilor de calitate măsurați;

Determinările indicatorilor de calitate se vor face conform standardelor specifice.

4 Tehnologii utilizate

În cadrul acestei activități sunt analizate tehnologiile utilizate pentru componentele aferente implementării sistemului. Acestea sunt descrise separat, din punctul de vedere al senzorilor și al componentelor hardware, respectiv software.

Senzorii de interes major măsoară următorii parametrii:

- **temperatura** – poluare termică a râurilor și lacurilor;
- **metale grele** – industrie;
- **pH, turbiditate gaze dizolvate** și orice indicator de calitate menționat în NTPA.

Din zona comercială, în vederea realizării de sisteme de monitorizare a calității apei sunt vizați următorii senzori: senzorul optic UV-VIS CARBOVIS®701 IQ, senzorul CARBOVIS®705 IQ WTW – XYLEM, senzorul TRIOS-OPTICAL SENSOR OPUS, senzorul de temperatură Eureka Manta2, senzorul de pH Eureka Manta2, senzorul de măsurare a conductivității Eureka MantaPlus, senzorul optic de măsurare a oxigenului dizolvat Eureka Manta2, senzorul de turbiditate Eureka Manta2, senzorul DOE-45PA OMEGA, Senzorul PHTX-45P OMEGA, senzorul CDTX-45P OMEGA,

Arhitectura sistemului SmartMonWater se poate prezenta atât din punct de vedere hardware, cât și software.

Sistemul este proiectat pentru monitorizarea în timp real a calității apei în vederea identificării surselor poluante.

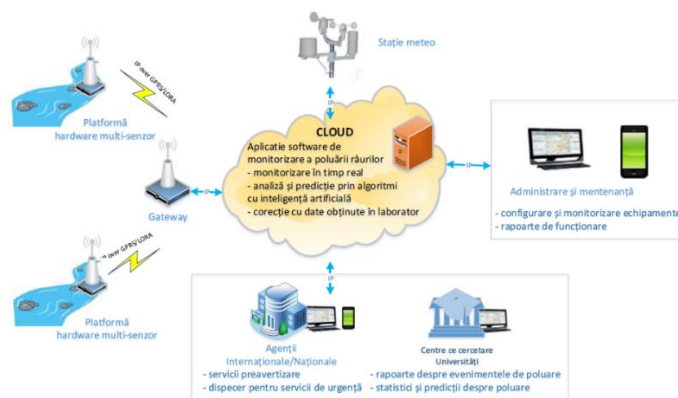


Figura 1. Arhitectura generală a sistemului SmartMonWater

Platformele hardware multi-senzor au rolul de prelua datele de la senzori care măsoară parametrii calitativi ai apei și de a le transmite către aplicația software de stocare, procesare și analiză a datelor. Arhitectura hardware a unei platforme multi-senzor este ilustrată în Figura 2.

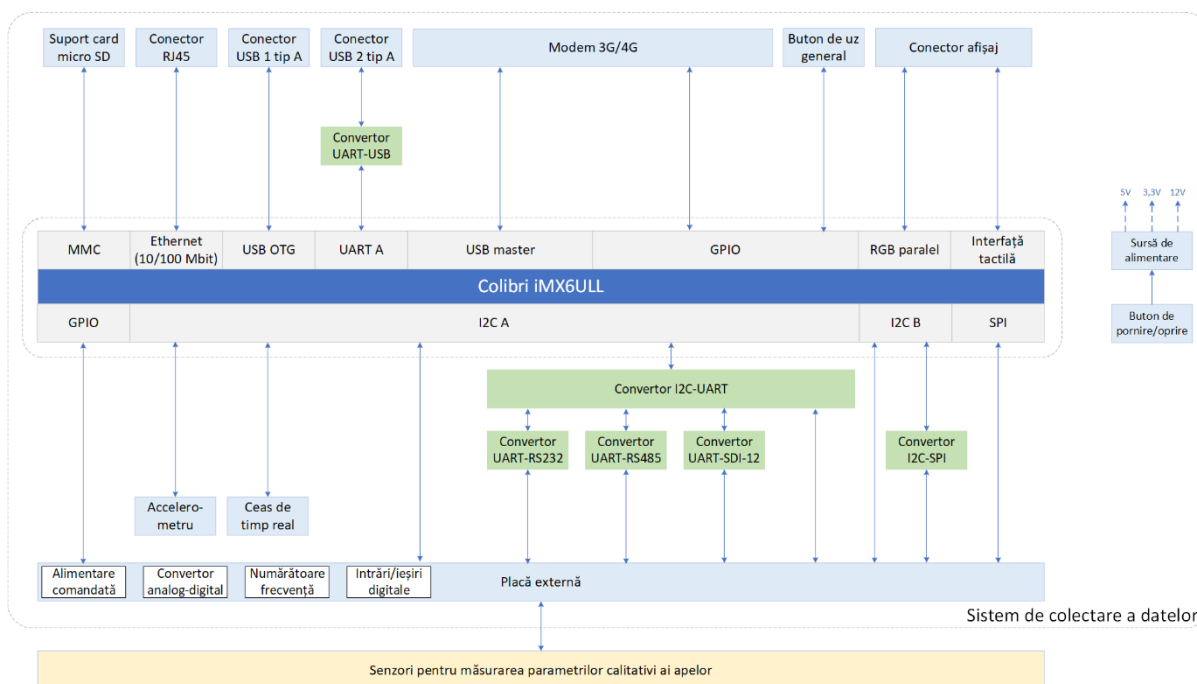


Figura 2. Arhitectura hardware a platformei multi-senzor

Platforma multi-senzor este formată din două componente principale: (1) sistemul de colectare a datelor de la senzori (sau *data logger*) și (2) senzorii pentru măsurarea parametrilor calitativi ai apelor. Sistemul *data logger* este construit cu un modul de tip Toradex Colibri iMX6ULL. Acesta reprezintă un microsistem de tip *system-on-module* (SoM) care asigură interfețele digitale, puterea de calcul și

consumul energetic necesare îndeplinirii cerințelor funcționale ale platformei. El asigură și flexibilitatea programării software prin oferirea posibilității de a accesa interfețe digitale de nivel jos (de exemplu, SPI, I2C ș.a.) și de a permite programarea folosind limbaje de nivel înalt (de exemplu, C#, Python ș.a.).

Din punct de vedere software sistemul de monitorizare a calității apei va avea trei aplicații în vederea informării serviciilor de urgență naționale, prelucrarea datelor brute pentru realizarea unor statistici, predicții și rapoarte despre evenimentele de poluare, respectiv monitorizarea echipamentelor hardware care fac parte din componența sa. Aplicațiile software fac parte din obiectivele proiectului, și anume:

- O3. Proiectarea și implementarea unei aplicații software web de servicii de alertare, care oferă informații utile serviciilor de preavertizare, respectiv serviciilor de urgență;
- O4. Proiectarea și implementarea unei aplicații web pentru cercetare prin care sunt oferite datele brute, dar și rezultate în urma prelucrării și analizei acestora, pentru realizarea unor statistici și predicții detaliate despre poluare, rapoarte despre evenimentele de poluare;
- O5. Proiectarea și implementarea unei aplicații web de administrare și mentenanță pentru configurarea și monitorizarea echipamentelor sistemului și generarea de rapoarte de funcționare.

Sunt analizate tehnologiile software de tip WEB pentru atingerea obiectivelor O3, O4, O5. Pentru implementarea aplicațiilor software vor fi utilizate următoarele tehnologii:

- **Node.js în cadrul obiectivelor O3, O4, O5.** Aceasta este o tehnologie nouă din 2009 într-un mediu run-time JavaScript construit pe baza motorului JavaScript Chrome V8 pentru construirea aplicațiilor de tip server rapide și scalabile. Funcționalitățile de bază ale Node.js sunt implementate într-o librărie JavaScript, legăturile Node.js fiind scrise în C++. Inițial este suportat doar de Linux, în scurt timp a devenit cross-platfom.
- **Angular în cadrul obiectivelor O3, O4, O5.** Este o platformă și *un framework JavaScript* și este una dintre cele mai abordate soluții pentru aplicații pe o

singură pagină (*SPA – Single Page Application*) construite cu HTML și *TypeScript*, pe lângă React și *Vue.js*.

- **PrimeNg în cadrul obiectivelor O3, O4, O5.** PrimeNg este o colecție de componente UI pentru Angular, dezvoltat de către *PrimeTek Informatics*. Widget-urile puse la dispoziție de PrimeNg sunt *open-source*. PrimeNg include mai mult de *80 de componente* care se pot încadra în majoritatea cerințelor și preferințelor de interfațare cu utilizatorul. Toate *widget-urile se găsesc pe GitHub* și sunt absolut *open-source* și gratuite. Varietatea și complexitatea componentelor de interfațare cu utilizatorul permite dezvoltatorilor să economisească timp și să se concentreze pe logica aplicației.
- **Three.js în cadrul obiectivului O3.** Este o bibliotecă JavaScript ce folosește *WebGL* creată pentru dezvoltarea de grafică și *animații 3D rulate în browser*. Biblioteca pune la dispoziție interpretoarele `<canvas>`, `<svg>`, *CSS3D* și *WebGL*. Însăși biblioteca este scrisă în JavaScript și este menită să fie folosită într-un mediu ce rulează JavaScript. Astfel poate fi aplicată pe partea de client, să ruleze într-un browser pe un dispozitiv oarecare, dar datorită librăriei bogate de calcul pusă la dispoziție, *three.js* poate avea aplicabilitate și pe partea de server, reprezentările grafice nefiind obligatorii.
- **WSO2 Enterprise Integrator în cadrul obiectivului O4.** Este un furnizor de integrare *open-source*. Clienții îl aleg datorită platformei de integrare extinse, a capacităților de preluare a datelor, validării și stocării acestora, abordării *open-source* și metodologiei agile de transformare. Integrarea devine parte integrală a dezvoltării software întrucât aplicațiile de astăzi combină date, evenimente și servicii din cadrul organizației, prin intermediul ecosistemelor și a dispozitivelor. Ca rezultat, crește nevoia organizațiilor IT de a adopta anumite stiluri de integrare și modele de integrare arhitecturală păstrând pasul cu dezvoltarea agilă de aplicații. *WSO2* tratează această cerință cu ajutorul *WSO2 Enterprise Integrator* – o platformă hibridă de integrare *cloud-native* și *open-source* pentru API-uri, date și fluxuri de evenimente.
 - **Elasticsearch și Kibana în cadrul obiectivului O5.** Este un motor de căutare și analiză distribuit și *open-source* pentru toate tipurile de date: text, numerice, geospațiale, structurate și nestructurate. Kibana este un

motor dedicat construirii de dashboard-uri – ecrane de raportare care integrează mai multe module de afișare a informațiilor.

5 Specificațiile tehnice și funcționale ale sistemului

În cadrul acestei etape s-a realizat arhitectura sistemului SmartMonWater și a specificațiilor funcționale și tehnice pe care trebuie să le îndeplinească.

Specificațiile funcționale generale sunt următoarele:

- monitorizarea în timp real a poluării apelor
- stocarea datelor achiziționate de la platformele hardware multi-senzor
- preprocesarea și analiza datelor preluate de la platformele hardware multi-senzor
- realizarea fuziunii datelor de la toate datele provenite de la platformele hardware multi-senzor
- generarea de informații pentru serviciile de preavertizare
- generarea de alerte pentru serviciile de urgență
- permite accesul datelor brute și rezultatelor în urma prelucrării și analizei acestora pentru realizarea unor statistici și predicții detaliate despre poluare, rapoarte despre evenimentele de poluare
- permite conectarea unei game largi de senzori, în vederea colectării și înregistrării datelor de la aceștia;
- permite programarea sa astfel încât să se poată interfața software cu senzorii conectați;
- comunica prin mai multe tehnologii de comunicație;
- permite configurarea senzorilor inteligenți conectați de către utilizator;
- permite calibrarea senzorilor conectați de către utilizator;
- permite monitorizarea stării tuturor echipamentelor hardware componente;

Specificațiile tehnice generale ale platformei hardware multisenzor sunt următoarele:

Interfețe senzori:

RS-232/ RS485/ UART (baud rate: 300 la 115200 Bd);

I2C (100, 400 kHz);

SPI;

AIN, 24 biți, cu posibilitate extindere la 22 (extern);

DIN, 0 V la 20 V, numărătoare de frecvență (extern);

DOUT, open collector 35 V / 1 A;

ieșiri de alimentare (în comutație) x 1 A;

Interfețe de comunicație

USB MASTER/ slave;

Ethernet;

Modem 3G/4G intern, dual SIM;

WiFi;

Protocoale: SMS, Modbus, TCP/IP, HTTP (client/server), HTTPS (SSL/TLS, client/server), FTP (client/server), SMTP, SMTPS, Telnet, SSH, NTP;

Afișaj:

TFT;

7 inch;

Capacitiv;

Cerințe generale

Sistem de operare Linux;

buton pornire/oprire;

buton de uz general/resetare sistem;

Ceas de timp real cu acumulator;

Gamă tensiune de alimentare 12-48 V;

Temperatură de operare -20 °C - +70 °C.

Descrierea lor detaliată se găsește în raportul tehnic cu specificațiile tehnice și funcționale ale sistemului.

6 Planul de testare

Planul de testare este împărțit în două etape și anume:

- Planul de testare în laborator
- Planul de testare în condiții similare celor reale

Plan de testare in laborator

Testarea presupune realizarea de activități de cercetare care vor urmări obținerea parametrilor de performanță: timpul de răspuns, domeniul de liniaritate, specificitate, limitele de detecție, reproductibilitatea rezultatelor și a modalităților de reactivare a platformei hardware multi-senzor.

În această etapă testele de validare a funcționării platformei multi-senzor se vor realiza pe ape cu încărcătură poluantă cunoscută adică la diferite valori ale indicatorilor de calitate menționați. Se vor stabili limitele minime și maxime de detecție.

- g. Pentru fiecare din cei 5 parametri menționați mai sus se pregătesc mostre de apă aflate la valori cunoscute vis a – vis de indicatorii menționați și se fac determinări testându-se modul de funcționare al sistemului;
- h. Pentru fiecare parametru se impune o variație după o lege impusă și se realizează teste la intervale de timp impuse;
- i. Se înregistrează următoarele date: data executării analizelor, numărul de identificare al probei, rezultatele determinărilor însoțite de unitatea de măsură corespunzătoare, metodele de analiză utilizate, evaluarea indicatorilor de calitate măsurați în comparație cu valorile etalon impuse în experiment

Scopul testării în condiții de laborator îl constituie verificarea calității datelor furnizate de platformă

Plan de testare in condiții similare celor reale

În această etapă testele de validare a funcționării platformei multi-senzor se vor realiza pe probe de apă preluate din mediul natural și din sistemul orășenesc de canalizare care vor fi transportate în locația în care se vor face determinările. Se va ține cont și de condițiile meteorologice în acest caz însă acestea nu vor fi cele reale din momentul prelevării probei ci vor fi cele din momentul realizării determinărilor. Se vor stabili limitele minime și maxime de detecție.

- a. Pentru fiecare din cei 5 parametri menționați mai sus se prelevează mostre de apă din natură; Propunem prelevare din râurile Dâmbovița și

Argeş precum și din canalizarea orășenească a orașului București în aval de stația de epurare Glina;

- b. Pentru detectarea unor variații ale valorilor acestor parametri se propune realizarea unui prim set de determinări (prelevare de probe) o dată la oră pe durata unei zile precum și a unui al doilea set de determinări o dată la două zile timp de o lună; se vor efectua aceste seturi de măsurii pentru fiecare din cele trei puncte de prelevare menționate anterior;
- c. Se înregistrează următoarele date: natura probei, locul și data recoltării acesteia, tipul de recipiente utilizate, modul de transport al probelor la laborator, data executării analizelor, natura numărul de identificare al probei, rezultatele determinărilor însoțite de unitatea de măsură corespunzătoare, metodele de analiză utilizate, evaluarea indicatorilor de calitate măsurați;

Determinările indicatorilor de calitate se vor face conform standardelor specifice.

7 CONCLUZII

În concluzie, în cadrul etapei 1 s-au realizat următoarele:

- un studiu al monitorizării calității apei la nivel internațional, cu referire la directivele la nivel european;
- o analiză la nivel internațional a sistemelor de monitorizare a calității apei, cu prezentarea avantajelor și funcțiilor principale ale acestora;
- normele și condițiile de descărcare la nivelul acvatic a apelor uzate la nivel național;
- definirea scenariilor operaționale;
- Analiza privind tehnologiile utilizate pentru senzorii de monitorizare a calității apei;
- Prezentarea tehnologiilor de proiectare și realizare a platformelor hardware multi-senzor
- Din punct de vedere hardware, pentru platforma hardware multi-senzor, proiectarea sistemului bazat pe tehnologii de ultimă generație de low-power care vor asigura o autonomie mare de funcționare;



- Comunicația cu platforma hardware multi-senzor se realizează pe o tehnologie de consum redus atât wireless cât și pe Ethernet se va;
- ;
- analizatehnologiilor ce se vor utiliza pentru aplicațiile software din cadrul sistemului SmartMonWater, pornind de la faptul ca, există un domeniu larg de medii de programare și limbaje de programare prin care să se implementeze algoritmi de control, configurare, preprocesare, procesare si algoritmi de interfațare cu utilizatorul;
- stabilirea arhitecturii, cerințelor funcționale și tehnice pentru sistemul SmartMonWater;
- Planul de testare în condiții de laborator și în condiții similare celor reale.