

# *Raport științific și tehnic*

**Raport științific și tehnic 2021**

02.12.2021

## Istoricul versiunilor

Istoricul versiunilor			
Autor	Commentarii	Versiune	Data
Oliviu Matei, Daniela Delinschi, Rudolf Erdei	Schiță	0.1	2021.11.15
Daniela Delinschi, Rudolf Erdei	Schiță	0.3	2021.11.18
Oliviu Matei, Daniela Delinschi, Rudolf Erdei	Final	1.0	2021.12.02

## Cuprins

Introducere	4
Despre proiectul GOhydro	4
Starea curentă a domeniului	6
Rolul HOLISUN în cadrul proiectului	7
Extras din planul de riscuri	7
Proiectarea Sistemului informatic	8
Partea hardware	8
Partea software	9
Concluzii	12
Livrabile 2021	13
Activități de diseminare 2021	13
Referințe	15

## Introducere

### Despre proiectul GOhydro

GOhydro este un proiect care constă în implementarea unei platforme inteligente bazată pe Inteligența Artificială pentru unități hidroponice scalabile, cu costuri reduse.

Scopul general al proiectului este dezvoltarea unei platforme TIC cu detecție inteligentă, capabilă să monitorizeze sănătatea culturilor și conținutul de nutrienți al verdețurilor cultivate hidroponic, pentru a optimiza procesul de cultivare și a permite recoltarea celor mai bune produse posibile în orice instalație hidroponică. GOhydro aspiră să culmineze cu producerea unei platforme radicale care va fi o paradigmă schimbătoare a modului în care inovația tehnologică bazată pe Inteligența Artificială (AI) poate deveni un instrument accesibil tuturor, la prețuri rezonabile și ușor de utilizat, aplicabil tuturor formelor de agricultură urbană. Ne propunem să creem o platformă de tip e-Agronom, ușor de utilizat, care să ajute orice cultivator să-și controleze și optimizeze producția hidroponică în cadrul fiecărei etape de creștere, încă de la alegerea substratului, însămânțare, urmărirea creșterii și estimarea datei la care plantele vor fi gata de consum.

Cazul de utilizare prin care se face demonstrarea funcționalităților este creșterea de microverdețuri, sistemul fiind testat și validat prin cultivarea a patru astfel de plante: busuioc, salată verde, mentă și coriandru.

#### Rezultatele preconizate:

Rezultatul final al proiectului va fi un prototip de platformă inteligentă TIC care va putea fi utilizat cu orice unitate hidroponic ieftină disponibilă pe piață. Aceasta va integra diferite seturi de senzori pentru monitorizarea nutrienților, sănătății plantelor și a mediului pentru producția interioară de verdețuri, sistem de senzori ce este dezvoltat în cadrul proiectului, prin intermediul partenerilor din Grecia. Unitățile hidroponice low-cost vor fi utilizate împreună cu platforma informatică integrată GOhydro, care va servi ca e-Agronom pentru a ajuta la luarea deciziilor de către cultivatorii hidroponici pentru a produce verdețuri nutritiv dense și

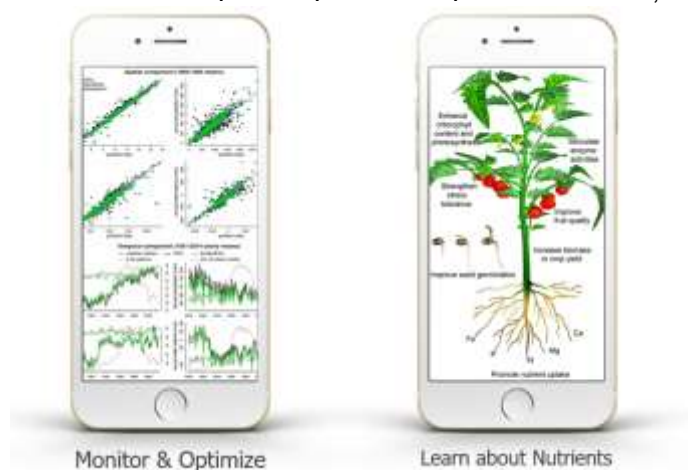


Figura 1 Schița aplicației mobile E-agronom

randamente ridicate (Figura 1).

Rezultatele finale ale proiectului vor contribui printr-o serie de beneficii economice, sociale și de mediu prin integrarea kiturilor de senzori pentru nutrienți, pentru sănătatea plantelor și pentru mediu, într-o singură unitate integrată pentru a monitoriza creșterea plantelor și a îmbunătăți calitatea și cantitatea unităților hidroponice cu costuri reduse.

Proiectul va testa și valida funcțiile platformei în producția de busuioc. Aceeași platformă este prevăzută a fi extensibilă, compatibilă în versiunile sale viitoare pentru alte verdețuri cultivate în mod obișnuit, cum ar fi salata, menta și coriandrul.

Nucleul platformei GOhydro se va baza în fuzionarea a două instrumente inovatoare:

**(a)** un nou tip de sonde fotonice din siliciu complet imersibile, fără microfluid, capabile să înregistreze fără efort spectral la fața locului creșterea și dezvoltarea microverdețurilor și

**(b)** o componentă de inteligență artificială (AI) care implementează o abordare multi-model și care va putea produce predicții și recomandări exacte cu cantități limitate de date.

Dezvoltarea platformei va fi condusă de o analiză amănunțită a factorilor care afectează creșterea microverdețurilor și calitatea nutrienților, în ceea ce privește cerințele nutriționale și de mediu, precum și nevoile de iluminare ale plantelor (calitatea luminii, cantitatea, intensitatea și fotoperioda). Analiza va duce la selectarea diferitelor dispozitive de detectare care urmează să fie incluse în platformă ca un kit de senzori multi-modali definiți ulterior pe mai multe scenarii climatice, adică configurații de mediu și nutrienți care trebuie verificate pentru optimizarea cultivării microgreen-urilor. Pentru a obține rezultate fiabile, proiectul va adopta o strategie de cicluri multiple de evaluare de proximitate incrementală față de utilizarea realistă a platformei în Grecia, Danemarca și România, adică ca unitate hidroponică autonomă instalabilă în setări cotidiene (birouri, case) și care nu necesită nici o expertiză pentru a fi gestionată și configurată.

Având în vedere acest scop, platforma GOhydro are un „dual core” care constă din hardware-ul platformei și unul care constă din componenta AI. Primul, descris în mod colectiv sub denumirea de kituri MMS (Multi-Modal Sensor Kit) [21,22], este nucleul care, în esență, monitorizează, colectează și transmite datele relevante pentru sănătatea și conținutul de nutrienți al microverdețurilor cultivate hidroponic și poate fi considerat ca „front-end” al platformei GOhydro. responsabil de monitorizarea continuă a tuturor parametrilor pentru cultivarea cu succes a plantelor la instalația hidroponică, așa cum se arată schematic în Figura 2. Pe lângă monitorizarea și colectarea datelor, acest front-end va fi responsabil și de transmiterea datelor către back-end-ul de calcul al platformei. Mai mult, acest front-end va fi, de asemenea, responsabil în primul an al proiectului să adune cât mai multe date posibil pentru ca componenta AI să fie dezvoltată și instruită corespunzător. Prin urmare, este de o importanță capitală ca designul său să fie cât mai meticulos posibil, să includă toate funcționalitățile și să acopere toate fronturile de la începutul proiectului pentru a minimiza riscurile tehnice.

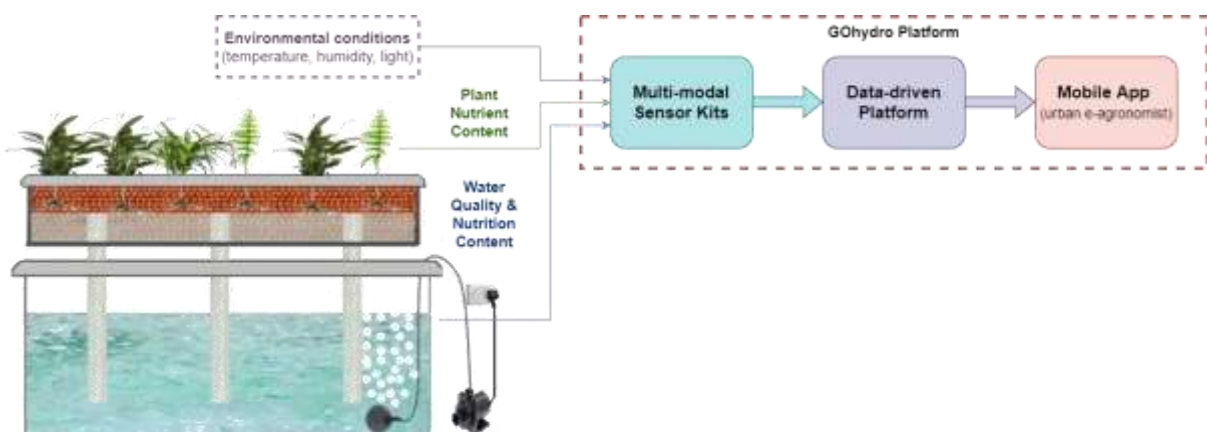


Figura 2 Reprezentarea schematică a conceptului de platformă GOhydro. Kit-urile MMS sunt afișate cu albastru și servesc ca front-end (intrare) a platformei GOhydro

Proiectul este împărțit în 7 pachete de lucru (WP), fiecare cu sarcini clare care vor permite îndeplinirea obiectivelor proiectului printr-o structură coerentă care va facilita și managementul proiectului. Toate aceste WP-uri, sarcini detaliate, livrabile și etape de referință sunt exemplificate în Diagrama GANTT de mai jos (Figura 3).

ID	Start	End	Duration	Y1												Y2											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
WP1	M1	M12	12M																								
T1.1	M1	M6	6M																								
T1.2	M4	M12	9M																								
WP2	M1	M18	18M																								
T2.1	M1	M3	3M																								
T2.2	M4	M12	9M																								
T2.3	M4	M12	9M																								
T2.4	M10	M18	9M																								
WP3	M4	M24	21M																								
T3.1	M4	M12	9M																								
T3.2	M10	M18	9M																								
T3.3	M16	M24	9M																								
WP4	M10	M24	15M																								
T4.1	M10	M15	6M																								
T4.2	M13	M24	12M																								
T4.3	M19	M24	6M																								
WP5	M1	M24	24M																								
T5.1	M1	M12	6M																								
T5.2	M1	M24	24M																								
WP6	M7	M24	18M																								
T6.1	M7	M9	3M																								
T6.2	M10	M24	15M																								
WP7	M1	M24	24M																								
T7.1	M1	M24	24M																								
T7.2	M1	M24	24M																								
T7.3	M1	M24	24M																								

Figura 3 Diagrama Gantt care arată calendarul pachetelor de lucru, sarcinilor, livrabilelor și etapelor de referință pentru perioada proiectului

## Starea curentă a domeniului

Algoritmii de învățare automată (Machine Learning / ML) sunt frecvent utilizați în prezent pentru diferite acțiuni de predicție și analiză a datelor provenite din domeniul agriculturii (nu doar agricultura verticală). În cadrul Agriculturii Verticale (AV), Știința Datelor (Data Science / DS) are un rol deosebit de important în prezent, putând fi utilizată pe scară largă, în sisteme esențiale ce asigură bunăstarea și ameliorarea parametrilor de creștere.

Review-urile făcute articolelor publicate în cadrul acestui subiect sunt în creștere, de asemenea și numărul de publicații este într-o creștere accelerată, numărul anual de articole crescând între anii 2001 și 2020 cu ~2600% și între anii 2017 și 2020 cu ~180%. Așadar, un efort enorm este dedicat optimizării producției agricole, în anticiparea creșterii cererii de hrană datorată creșterii populației precum și scăderea suprafeței arabile. În prezent, soluții cum ar fi sistemele hidroponice, aquaponice, dar și alte sisteme de agricultură controlată cum ar fi serele inteligente, capătă o importanță și o atenție tot mai mare.

Mucherino et al. [15] discută pe larg în cartea lor despre tehnici de Data Mining și ML pentru sistemele utilizate în agricultură, carte în care se analizează diferiți algoritmi de Clusterizare, Clasificare, dar și diferite abordări de Rețele Neuronale (NN). Se dau exemple pentru fiecare caz de utilizare precum și moduri de implementare și optimizare a acestor algoritmi, făcând cartea o referință în domeniu.

Sistemele de viziune (Computer Vision) [16] sunt în prezent utilizate pentru detectarea plantelor [17], recunoașterea/estimarea stării de sănătate a acestora [18], prin utilizarea de

imagini de referință, recunoașterea/estimarea stadiului de creștere [19] și, ca o consecință a acestui stadiu de creștere, estimarea calității parametrilor de mediu [20].

În cadrul proiectului GOhydro, Holisun va genera un livrabil cu starea domeniului, livrabil ce va fi finalizat în Februarie 2022, în prezent acesta fiind în lucru.

## Rolul HOLISUN în cadrul proiectului

În cadrul acestui proiect, HOLISUN este responsabilă în primul rând cu coordonarea proiectarea, implementarea și testarea interfeței cu utilizatorul. Însă, HOLISUN participă și în diferite task-uri legate de platforma informatică de acumulare a datelor, prelucrarea și generarea modelelor de ML, precum și integrarea acestor modele de ML în cadrul platformei ca întreg.

Informațiile și cunoștințele rezultate vor fi catalogate și înregistrate în baza de date inteligentă din cadrul sistemului, modul implementat printr-o tehnologie hibridă bazată pe un sistem de baze de date de tip *NewSQL* [1,2], precum și o bază de cunoștințe ontologică, bazată pe fișiere *OWL* [3,4], versionate săptămânal pentru a asigura stabilitatea și omogenitatea cunoștințelor.

În cadrul proiectului, HOLISUN va finaliza dezvoltarea unui sistem e-Agronom complet, integrat și automat de catalogare și înregistrare a parametrilor de funcționare pentru sistemele agro-informatic, un sistem extensibil, flexibil și rapid, cu posibilitate de a fi adaptat în multe alte proiecte, atât interne cât și externe ale HOLISUN. De asemenea, HOLISUN va implementa pentru comercializare atât platforma software rezultată, gata de utilizare în diferite proiecte din domeniul agriculturii inteligente cât și aplicația mobilă e-Agronom.

## Extras din planul de riscuri

În Tabel 1 este reprezentat planul de riscuri ce ține de partea de implementare a proiectului.

Tabel 1 Planul de riscuri

Riscul	Probabilitate	Impact	Valoare	Mitigare
Încetează să funcționeze un senzor	1	4	4	Înlocuirea senzorului cu unul funcțional
Se întrerupe internetul	4	4	16	Backup local la date, sincronizare automată cu cloud-ul
Încetează să funcționeze un microcontroller	1	5	5	Înlocuire microcontroller, restaurarea softului și a datelor.
Trimitere coruptă a datelor	1	5	5	Arhivare, mecanism CRC, menținere backup până la confirmare de la cloud
Date corupte de la senzor	2	4	8	Detectare anticipată, eliminarea valorilor defecte din baza de date, invalidarea înregistrărilor, anunțarea tehnicienilor locali
Generare model ML corupt sau defectuos	2	5	10	Generare multiplă, prin mai mulți algoritmi (minim 3) și folosirea unui sistem automat de votare pentru cel mai bun răspuns.

## Proiectarea Sistemului informatic

Sistemul informatic este compus din două părți majore:

- **Partea hardware:** acestea includ, dar nu sunt limitate la:
  - **Platforma Cloud utilizată**, care va fi implementată în cadrul platformei cloud a SCiO Grecia.
  - **Micro-sistemele** de calcul bazate pe unități SoC (System on a Chip) [23], implementate cu ajutorul elementelor de tip *RaspberryPi*.
  - **Suita de senzori** utilizată, care este subiect de cercetare pentru partenerii din cadrul proiectului. Alegerea acestora se va face după o analiză atentă a parametrilor de mediu necesari de a fi observați.
- **Partea software:** include componentele construite în cadrul proiectului pentru buna funcționare a platformei finale rezultate:
  - **Componentele de achiziție și transmisie date:** acestea vor funcționa pe unitățile SoC și vor fi responsabile de citirea corectă a senzorilor, urmărirea funcționării corecte a acestora și semnalizarea eventualelor probleme de funcționare.
  - **Componentele de analiză și integrare a datelor:** vor funcționa în cadrul platformei cloud și vor fi responsabile de preluarea, interpretarea, prelucrarea datelor, precum și de generarea de sugestii.
  - **Componentele de afișare a informațiilor:** vor conține logica necesară interacțiunii cu utilizatorul. Acestea vor interacționa cu componentele de analiză din cloud, simplificând și generând grafice pe baza datelor obținute.

## Partea hardware

Arhitectura de nivel înalt a componentelor hardware este prezentată în Figura 4. Această arhitectură **Edge-Cloud** [24] reprezintă o metodologie de prelucrare parțial decentralizată a datelor, bazat pe colaborarea dintre sisteme cu metodologii diferite de funcționare precum și caracteristici foarte diferite. Pe de-o parte, avem metodologia Edge Computing, care asigură prelucrarea inițială, de bază, a datelor și citirea acestora de la sistemul de senzori. Această componentă se implementează în general prin sisteme SoC simple, ieftine. Între aceste componente nu există o comunicare directă (așa-numita componentă Mist Computing [25], care în cazul nostru lipsește).

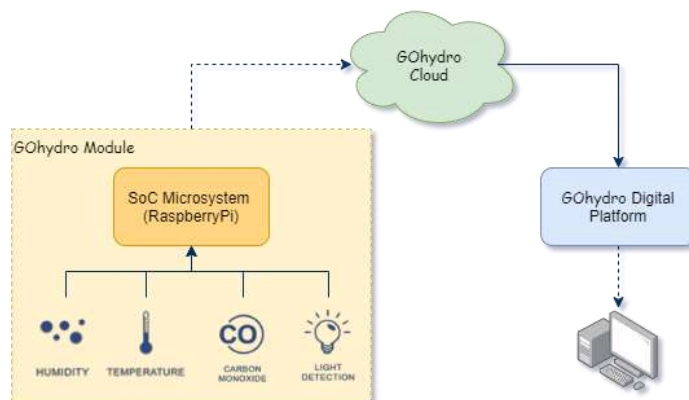


Figura 4 Arhitectura de nivel înalt a componentelor hardware



Pe de altă parte, există metodologia de lucru Cloud Computing [26]. Aceasta se bazează pe prelucrări de înaltă precizie, cu volum mare de date, arhitectura hardware a acesteia fiind flexibilă, bazată pe mașini virtuale ce pot fi modificate după cerințele temporale ale aplicației/proiectului. Metodologia Cloud Computing este o metodologie modernă, de ultimă oră, însă consacrată. Holisun a participat în proiecte de cercetare ce extind aria de aplicabilitate și optimizează utilizarea resurselor, prin utilizarea așa-numitelor componente Serverless [11], în cazul proiectului Functionizer.

Proiectarea părții hardware include proiectarea atât a hardware-ului necesar modulului instalat la utilizator, precum și elaborarea cerințelor și rezervarea hardware-ului necesar mașinilor virtuale ce vor compune GOhydro Cloud, astfel:

- Sistemul SoC va fi compus dintr-un microsistem de tip Raspberry Pi 4B+, cu alimentare la 5Vcc, un powerbank de 25.000 mAh pentru backup-ul de energie electrică și următorii senzori instalați: senzor de umiditate a aerului tip DHT22 [27], senzor de temperatură tip DHT22, senzor de dioxid de carbon tip MG811 [28], senzor de lumină tip TEMA6000 [29], cameră video RCM8M [30]. Cu ajutorul camerei video, sistemul va prelua imagini la un interval anume și le va transmite în cloud, pentru a se putea estima într-un mod automatizat momentul curent din cadrul ciclului de creștere al plantelor. Această măsurătoare va putea fi introdusă și manual.

**Comunicarea în cadrul sistemului** va fi implementată prin mai multe tehnologii și protocoale de nivel jos, cum ar fi: WiFi, Bluetooth sau cablu Ethernet, în funcție de opțiunea utilizatorului și de disponibilitatea uneia dintre aceste variante de conectare. Fiecare dintre acestea are avantaje și dezavantaje ce vor trebui luate în considerare de către utilizator în momentul implementării sistemului la locația acestuia.

Securitatea sistemului, la nivel hardware, va trebui asigurată de utilizator, prin utilizarea unor mecanisme de tip firewall, divizarea rețelei de calculatoare în subrețele și separarea acestora prin routere care controlează comunicarea permisă și nepermisă. La nivel software, mecanisme de asigurare a securității se vor implementa începând încă din faza de proiectare.

Utilizarea energiei se va face, în funcție de disponibilitatea acesteia, într-un mod optimizat, sistemul limitând utilizarea acesteia cât mai mult posibil. Totodată, sistemul va fi proiectat având posibilitatea de a fi alimentat de la surse pe bază de acumulatori (de tip powerbank), precum și având o sursă neîntreruptibilă în componență, pentru a se asigura alimentarea continuă a sistemului și, în consecință, fluxul continuu de date.

## Partea software

Arhitectura de nivel înalt a componentelor software din cadrul sistemului este prezentată în

Figura 5 **Error! Reference source not found.** Această arhitectură extinde arhitectura hardware, prezentată în Figura 4 și implementează astfel funcționalitățile necesare sistemului complet GOhydro.

La nivel foarte înalt, arhitectura se compune din două mari componente:

1. **Modulul de Producție**, implementat printr-o arhitectură de tip Edge Computing, ce va rula pe un microsistem SoC. Multiple instanțe ale acestui modul de producție vor funcționa în paralel, fiecare dintre ele lucrând în mod independent de celelalte module. Fiecare modul este responsabil de funcționarea corectă a lui însuși, cuprinzând mecanisme de auto-verificare și auto-testare.

2. **Modulul Cloud**, include componentele de integrare a datelor, generarea modelelor de învățare automată și prezentarea datelor către utilizator. Arhitectura de tip Cloud Computing are scopul de a asigura resursele necesare stocării și prelucrării datelor provenite de la toate instanțele instalate ale modulului de producție. Scalarea resurselor se face în mod automat, iar componentele cloud funcționează în containere separate unele de altele, astfel crescându-se reziliența sistemului la atacuri cibernetice.

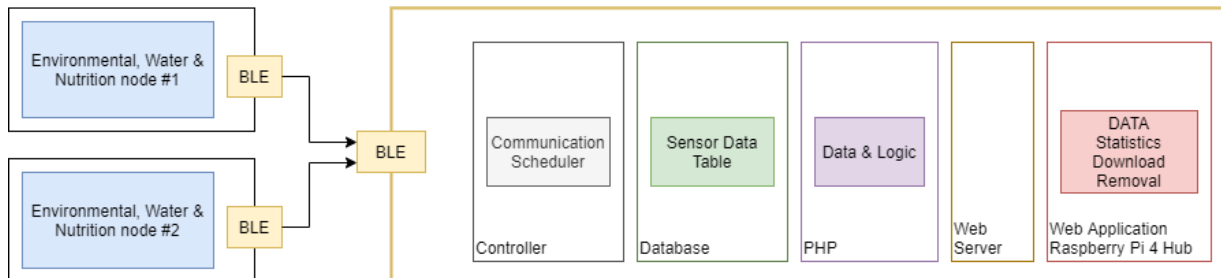


Figura 5 Arhitectura de nivel înalt a componentelor software

La proiectarea arhitecturii software s-a ținut cont de cerințele și limitările definite de mediul de comunicație. Infrastructura Internet este, în general, globală, însă totuși există anumite limitări legate de banda canalului de comunicație, așa cum se poate observa în zona rurală, sau limitări legate de disponibilitatea conexiunii, care uneori poate lipsi parțial sau chiar total.

Pentru a preîntâmpina și a limita efectele acestor tipuri de probleme, conexiunea de date a fost proiectată astfel încât să permită încărcarea acestora într-un mod optimizat, sub formă de tren de date (pentru a nu fi necesară o conexiune continuă). Astfel, datele se vor trimite parțial prelucrate, la o rezoluție cerută de către platforma cloud. Prelucrarea implică extragerea de informații din datele brute, cum ar fi media, deviația standard, valoarea minimă și maximă, pe un anumit interval de referință.

Încărcarea informațiilor cuprinde o etapă suplimentară de arhivare, într-un format fără pierderi (de exemplu ZIP), pentru a se limita și mai mult volumul de informații de transferat. Limitarea transferului de date mai are rolul de a limita utilizarea energiei electrice, care este un aspect important în cazul în care, din anumite motive, sistemul va funcționa pe acumulatori (în cazul unor căderi prelungite de curent, de exemplu).

Comunicarea în cadrul sistemului, între instanțele instalate și platforma cloud, este un aspect important, care trebuie proiectat cu atenție. Pentru proiectare s-au luat în considerare mai multe aspecte, cum ar fi:

- Tipul comunicației: sincron sau asincron. S-a ajuns la concluzia că o comunicare asincronă, non-blocantă, este de preferat, datorită flexibilității acesteia [8]. Totuși, complexitatea mărită a modulului software este un minus demn de luat în seamă, acest minus influențând semnificativ baza de cod a proiectului, din punct de vedere al securității și stabilității.
- Platforma de comunicație: pentru comunicația asincronă, mai ales pentru limbajul Java, formatul JMS [9], creat prin metodologia Publish-Subscribe [10], este considerat un standard în domeniu. În standard, se folosesc platforme de comunicație cum ar fi ActiveMQ [12], care acționează ca un broker între componentele sistemului. Aplicațiile IoT, în schimb, se folosesc de o alternativă

mai rapidă și mai flexibilă, și anume MQTT [13], implementat prin platforma de comunicație Mosquitto [14].

Avantajele folosirii protocolului MQTT prin platforma Mosquitto sunt multiple, din care amintim:

- Comunicarea se simplifică drastic, fiecare mesaj având un traseu bine stabilit, previzibil și predictibil;
- Producătorul și Consumatorul de mesaje nu trebuie să fie online ambele în același timp, fiecare putând prelua mesajele ce i se adresează în momentul în care este pregătit să le prelucreze;
- Sistemul este, astfel, rezilient la anumite probleme de funcționare, care nu vor duce la pierderi de informație. Totuși, se introduce în sistem un punct de vulnerabilitate, deoarece dacă brokerul este atacat sau eliminat din sistem, întreg sistemul va rămâne fără comunicații. Pentru a se elimina această problemă, un sistem automat de detecție a problemelor și recuperare din acestea va fi dezvoltat pentru sistemul de comunicație.

În timpul proiectării sistemului, o colaborare strânsă a fost definită, între echipa responsabilă de software și cea responsabilă de hardware. Astfel, limbajele de programare, librăriile ce vor fi utilizate precum și algoritmi specifici ce vor fi analizați, au fost stabiliți în funcție de hardware-ul disponibil pentru utilizare. S-a proiectat un sistem întreg ținând cont de costurile de achiziție precum și cele de exploatare, dar și întreținerea necesară. În cadrul întreținerii, factori precum ușurința actualizării (software și hardware) a sistemului, disponibilitatea pe scară largă a sistemelor de operare, posibilitatea utilizării de platforme și limbaje de programare Open Source [5,6] au fost considerați ca fiind de mare importanță.

Ideologia Open Source [5,6] presupune existența unei licențe de tip deschis (cum ar fi GPL)[7], care asigură drept de folosire gratuită în cadrul proiectelor comerciale, precum și drept de modificare a componentei software. Avantajele acestei ideologii sunt:

- numărul mare de dezvoltatori ce activează în cadrul unui astfel de proiect
- posibilitatea utilizatorului de a prelua codul sursă al proiectului pentru a-l modifica
- rezolvarea rapidă a tuturor problemelor de funcționare
- rezolvarea rapidă a tuturor problemelor de securitate, care pot afecta negativ sistemul din care componenta face parte, aducând așadar riscuri mari în interiorul sistemului
- lipsa pericolului ca utilizarea/exploatarea componentei software să devină perimată sau imposibilă, datorită lipsei de îmbunătățiri datorate dezvoltatorului
- lipsa pericolului ca dezvoltarea componentei software să aibă un alt curs decât utilizarea curentă, făcând astfel utilizarea greoaie sau chiar imposibilă, sau forțându-se utilizarea unei versiuni vechi, cu potențiale probleme

S-a conturat astfel o listă de componente soft și hard, așa cum se poate vedea în Tabel 2.

Tabel 2 Componentele software și hardware utilizate

Componenta din cadrul GOhydro	Partea Hardware	Partea Software
GOhydro Production Unit (instalată la fiecare utilizator în parte)	SoC Raspberry Pi 4, alimentare la 5Vcc, sistem de senzori în funcție de disponibilitate.	Sistem de operare Raspbian, bazat pe Linux Mașină virtuală Java (JVM), disponibilă gratuit pe sistemele de operare Linux, Componente software dezvoltate în limbajul de programare Java, prin OpenJDK,

	<i>Optional</i> (*), sistem de integrare și citire a senzorilor bazat pe microcontroller Arduino Uno	<i>Optional</i> , pentru microcontrollerul Arduino, dezvoltarea se va face prin sistemul de dezvoltare oferit gratuit de producător.
GOhydro Cloud Components	Sistem server Dell Power Edge r940	Sistem de operare Ubuntu Server, bazat pe Linux, Platformă de orchestrare containere Kubernetes 1.22 Componente software dezvoltate în limbajul de programare Java, prin OpenJDK,
GOhydro UI	Sistem server Dell Power Edge r940	Sistem de operare Ubuntu Server, bazat pe Linux, Platformă de orchestrare containere Kubernetes 1.22 Server web Open Source (Nginx sau echivalent) Platformă de interacțiune cu utilizatorul dezvoltată în limbaj PHP 8, cu ajutorul framework-ului Laravel 8

\* Sistemele opționale sunt instalate la alegere de către utilizatorul sistemului, în funcție de opțiunile disponibile, de senzorii ce vor fi utilizați (dacă diferă de cei sugerați).

## Concluzii

În acest prim an al proiectului, HOLISUN și-a concentrat eforturile pe studiul și cercetarea modalităților de construcție, proiectare și implementare, atât din punct de vedere hardware cât și software, pentru platforma rezultată în cadrul proiectului. S-a ținut cont de toate limitările disponibile, obținute din discuții cu diferiți potențiali beneficiari, cum ar fi limitări de buget, limitări de spațiu, limitări de resurse disponibile (ex. alimentarea cu energie electrică). Astfel, arhitectura și lista de componente necesare sunt gândite într-un mod flexibil, extensibil și ușor de adaptat la situația fiecărui client în parte.

În anul următor, HOLISUN va începe integrarea datelor rezultate din WP-urile cu specific de cercetare agricolă, asistând la generarea modelele de ML ce vor fi utilizate de sistem pentru a face estimările necesare. Prin dezvoltarea sistemului și implementarea componentelor software, se va face verificarea și validarea arhitecturii rezultate, activitate ce va avea loc la sediul partenerului grec SCiO.

Primul an al proiectului a marcat și începutul taskurilor de diseminare și exploatare a rezultatelor proiectului. În acest sens, HOLISUN a dezvoltat și întreținut website-ul proiectului (<https://gohydro.org/>), cu toate informațiile necesare, precum și profilele de social-media aferente, pe următoarele platforme: Twitter, ResearchGate, LinkedIn, SlideShare, Youtube.

## Livrabile 2021

Pe parcursul proiectului am participat la elaborarea următoarelor livrabile (Tabel 3):

Tabel 3 Livrabile finalizate/livrate din cadrul proiectului

Nr. Livrabil	Termen	Denumire livrabil	Status
D5.1	M3	GOhydro Online Presence	Livrat 2021
D5.2	M3	Communication and dissemination plan	Livrat 2021

## Activități de diseminare 2021

Proiectul a fost diseminat în următoarele moduri:

- pe pagina web: <https://research.holisun.com/projects/agriculture-4-0/gohydro>, având un număr de 150 de vizitatori lunari
- pe contul de LinkedIn: <https://www.linkedin.com/company/holisun>, cu 360 de adepți
- pe contul de LinkedIn al proiectului <https://www.linkedin.com/showcase/gohydro>, cu 93 de urmăritori
- pe pagina de Facebook: <https://www.facebook.com/Holisun.IT/>, având 1850 de urmăritori
- pe contul de Twitter al proiectului: <https://twitter.com/gohydroeu>, având 49 de urmăritori.

Au fost desfășurate o serie de activități de diseminare în cadrul unor evenimente de afaceri, expoziții și evenimente de brokeraj sau networking, listate în Tabel 4.

Tabel 4 Lista de activități de diseminare

Eveniment	Locație / Organizator	Data	Link	Participanți	Rezultate
International Machines Forum	Zoom / b2match	11-12 Martie 2021	<a href="https://machinery2021.b2match.io/">https://machinery2021.b2match.io/</a>	Rudolf Erdei, Daniela Delinschi	Prezentarea scenariilor de utilizare și a progreselor domeniului, în contextul IoT și al optimizărilor
Cluster 3 HE	b2match	5-6 Mai 2021	<a href="https://cluster3he.b2match.io">https://cluster3he.b2match.io</a>	Rudolf Erdei, Daniela Delinschi	Prezentarea proiectului Gohydro și a celorlalte proiecte de cercetare din cadrul HOLISUN, și stabilirea unor posibile colaborări
B2B Software Days	b2match	10-12 Mai 2021	<a href="https://2021.b2bsoftwaredays.com/">https://2021.b2bsoftwaredays.com/</a>	Rudolf Erdei	Prezentarea proiectului Gohydro și a celorlalte proiecte de cercetare din cadrul HOLISUN, și stabilirea unor posibile colaborări
DIGITAL ENTERPRISE SHOW	b2match	18-19 Mai 2021	<a href="https://des2021.b2match.io/">https://des2021.b2match.io/</a>	Rudolf Erdei	Prezentarea proiectului Gohydro și a celorlalte proiecte de cercetare

2021					din cadrul HOLISUN, și stabilirea unor posibile colaborări
#GIS2021 - Global Innovation Summit 2021	b2match	18-20 Mai 2021	<a href="https://gis2021.b2match.io/">https://gis2021.b2match.io/</a>	Daniela Delinschi	Prezentarea proiectului Gohydro și a celorlalte proiecte de cercetare din cadrul HOLISUN, și stabilirea unor posibile colaborări
Green Opportunities with the EEA and Norway Grants	b2match	19-20 Mai 2021	<a href="https://green-opportunities-with-eea.b2match.io/">https://green-opportunities-with-eea.b2match.io/</a>	Oliviu Matei, Rudolf Erdei	Prezentarea proiectului Gohydro și a celorlalte proiecte de cercetare din cadrul HOLISUN, și stabilirea unor posibile colaborări
ITmatch – virtual IT/ICT cooperation day 2021	b2match	25 Mai 2021	<a href="https://itmatch-virtual-it-ict-cooperation.b2match.io/">https://itmatch-virtual-it-ict-cooperation.b2match.io/</a>	Rudolf Erdei, Daniela Delinschi	Prezentarea proiectului Gohydro și a celorlalte proiecte de cercetare din cadrul HOLISUN, și stabilirea unor posibile colaborări
INNOVATION VILLAGE 2021	b2match	24-25 Iunie 2021	<a href="https://vbe-iv2021.b2match.io/">https://vbe-iv2021.b2match.io/</a>	Daniela Delinschi	Prezentarea proiectului Gohydro și a celorlalte proiecte de cercetare din cadrul HOLISUN, și stabilirea unor posibile colaborări
Matchmaking Industry 4.0 Real	b2match	24 Septembrie 2021	<a href="https://matchmaking-industry-40.b2match.io/">https://matchmaking-industry-40.b2match.io/</a>	Rudolf Erdei, Daniela Delinschi	Prezentarea proiectului Gohydro și a celorlalte proiecte de cercetare din cadrul HOLISUN, și stabilirea unor posibile colaborări
International Brokerage Event INDUSTRIAL BRIDGE 2021	b2match	23-24 Noiembrie 2021	<a href="https://ib2021.b2match.io/">https://ib2021.b2match.io/</a>	Rudolf Erdei, Daniela Delinschi	Prezentarea proiectului Gohydro și a celorlalte proiecte de cercetare din cadrul HOLISUN, și stabilirea unor posibile colaborări

## Referințe

- [1] Hahn, Sarah Myriam Lydia, Ionela Chereja, and Oliviu Matei. "Analysis of Transformation Tools Applicable on NewSQL Databases." *Computer Science On-line Conference*. Springer, Cham, 2021.
- [2] Chereja, Ionela, et al. "Operationalizing Analytics with NewSQL." *Computer Science On-line Conference*. Springer, Cham, 2021.
- [3] Alina, Pintescu, et al. "Developing a Feasible and Maintainable Ontology for Automatic Landscape Design." *environment* 7.3 (2016).
- [4] Matei, Oliviu, Diana Contraș, and Petrica Pop. "Applying evolutionary computation for evolving ontologies." *2014 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC)*. IEEE, 2014.
- [5] Perens, Bruce. "The open source definition." *Open sources: voices from the open source revolution* 1 (1999): 171-188.
- [6] Weber, Steven. *The success of open source*. Harvard University Press, 2004.
- [7] Rosen, Lawrence. *Open source licensing*. Vol. 692. Prentice Hall, 2005.
- [8] Vonderwell, Selma. "An examination of asynchronous communication experiences and perspectives of students in an online course: A case study." *The Internet and higher education* 6.1 (2003): 77-90.
- [9] Hapner, Mark, et al. "Java message service." *Sun Microsystems Inc., Santa Clara, CA* 9 (2002).
- [10] Malina, Lukas, et al. "A secure publish/subscribe protocol for internet of things." *Proceedings of the 14th international conference on availability, reliability and security*. 2019.
- [11] Matei, Oliviu, et al. "Functionizer-A Cloud Agnostic Platform for Serverless Computing." *International Conference on Advanced Information Networking and Applications*. Springer, Cham, 2021.
- [12] Ionescu, Valeriu Manuel. "The analysis of the performance of RabbitMQ and ActiveMQ." *2015 14th RoEduNet International Conference-Networking in Education and Research (RoEduNet NER)*. IEEE, 2015.
- [13] Hunkeler, Urs, Hong Linh Truong, and Andy Stanford-Clark. "MQTT-S—A publish/subscribe protocol for Wireless Sensor Networks." *2008 3rd International Conference on Communication Systems Software and Middleware and Workshops (COMSWARE'08)*. IEEE, 2008.
- [14] Light, Roger A. "Mosquitto: server and client implementation of the MQTT protocol." *Journal of Open Source Software* 2.13 (2017): 265.
- [15] Mucherino A., Papajorgji P., and Pardalos P. *Data mining in agriculture*, volume 34. Springer Science & Business Media, 2009.
- [16] Gomes, Juliana Freitas Santos, and Fabiana Rodrigues Leta. "Applications of computer vision techniques in the agriculture and food industry: a review." *European Food Research and Technology* 235.6 (2012): 989-1000.
- [17] Patrício, Diego Inácio, and Rafael Rieder. "Computer vision and artificial intelligence in precision agriculture for grain crops: A systematic review." *Computers and electronics in agriculture* 153 (2018): 69-81.

- [18] Ouhami, Maryam, et al. "Computer Vision, IoT and Data Fusion for Crop Disease Detection Using Machine Learning: A Survey and Ongoing Research." *Remote Sensing* 13.13 (2021): 2486.
- [19] Shimizu, H., and R. D. Heins. "Computer-vision-based system for plant growth analysis." *Transactions of the ASAE* 38.3 (1995): 959-964.
- [20] Tian, Hongkun, et al. "Computer vision technology in agricultural automation—A review." *Information Processing in Agriculture* 7.1 (2020): 1-19.
- [21] Futagawa, Masato, et al. "Fabrication of a multi-modal sensor with pH, EC and temperature sensing areas for agriculture application." *SENSORS*, 2009 IEEE. IEEE, 2009.
- [22] Shafi, Uferah, et al. "A Multi-Modal Approach for Crop Health Mapping Using Low Altitude Remote Sensing, Internet of Things (IoT) and Machine Learning." *IEEE Access* 8 (2020): 112708-112724.
- [23] Rashinkar, Prakash, Peter Paterson, and Leena Singh. *System-on-a-chip Verification: Methodology and Techniques*. Springer Science & Business Media, 2007.
- [24] Pan, Jianli, and James McElhannon. "Future edge cloud and edge computing for internet of things applications." *IEEE Internet of Things Journal* 5.1 (2017): 439-449.
- [25] Yogi, Manas Kumar, K. Chandrasekhar, and G. Vijay Kumar. "Mist computing: Principles, trends and future direction." *arXiv preprint arXiv:1709.06927* (2017).
- [26] Wang, Lizhe, et al. "Cloud computing: a perspective study." *New generation computing* 28.2 (2010): 137-146.
- [27] Liu, Thomas. "Digital-output relative humidity & temperature sensor/module DHT22 (DHT22 also named as AM2302)." Aosong Electronics.[En línea]. Disponible: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22> (2013).
- [28] Aziz, M. H., et al. "Design of carbon dioxide level measures on peat soil with MG 811 sensor." *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 1280. No. 2. IOP Publishing, 2019.
- [29] Gao, Yingming, et al. "Dynamic illuminance measurement and control used for smart lighting with LED." *Measurement* 139 (2019): 380-386.
- [30] Pagnutti, Mary A., et al. "Laying the foundation to use Raspberry Pi 3 V2 camera module imagery for scientific and engineering purposes." *Journal of Electronic Imaging* 26.1 (2017): 013014.



