



# Dezvoltarea sistemelor socio-fizico-cibernetice pe baza Internetului Lucrurilor în fabrica viitorului – DiFiCIL



Proiect co-finanțat din  
Fondul European de Dezvoltare Regională prin  
Programul Operațional Competitivitate  
2014-2020



Universitatea "Lucian Blaga" din Sibiu





## DATE DE CONTACT

Informații suplimentare legate de proiect:

E-Mail: [bogdan.pirvu@ulbsibiu.ro](mailto:bogdan.pirvu@ulbsibiu.ro)

Website: [dificil.grants.ulbsibiu.ro](http://dificil.grants.ulbsibiu.ro)

Facultatea de Inginerie, Departamentul Inginerie Industrială și Management

Sala IE105, IM102 și IM104


Str. Emil Cioran, nr.4, Sibiu 550025, România

Universitatea "Lucian Blaga" din Sibiu

Bulevardul Victoriei 10, Sibiu 550024, România



**BENEFICIAR:** Universitatea "Lucian Blaga" din Sibiu (ULBS)




**CONTRACT DE FINANȚARE:** Nr. 69/08.09.2016 încheiat cu Autoritatea Națională pentru Cercetare Științifică și Inovare, în calitate de Organism Intermediar, în numele și pentru Ministerul Fondurilor Europene, în calitate de Autoritate de Management pentru Programul Operațional Competitivitate



**DURATA DE IMPLEMENTARE:** 51 luni  
8 septembrie 2016 - 7 decembrie 2020



**VALOARE:** 8.925.938,42 lei, din care asistență financiară nerambursabilă este de 8.227.365,39 lei



**OBIECTIV:** Consolidarea capacității de cercetare, dezvoltare și inovare în cadrul ULBS în domeniul Internetului Viitorului







În ultimii ani, progresul din domeniul Tehnologiei Informaționale și de Comunicații (TIC) a contribuit la **transformarea fundamentală a vieții noastre de zi cu zi.**

Calculatoarele au devenit atât de mici, încât devin imperceptibile înăuntrul dispozitivelor noastre tehnice. În viitor este de așteptat ca aproape **toate lucrurile uzuale să devină noduri inteligente**, interconectate împreună cu utilizatorul uman într-o **rețea globală a Internetului.**

Pentru maximizarea eficacității totale, **obiectele inteligente din viitor**, vor avea componentele TIC (procesare, comunicare date etc.) proiectate împreună cu componentele fizice, având ca **cerință centrală specificul și nevoile utilizatorului uman** (componenta socială).

Termenul tehnic utilizat pentru un astfel de artefact inteligent este de Sistem Socio-Fizico-Cibernetice (SSFC).

**Transformarea digitală** facilitată de SSFC va avea un impact radical în toate aspectele vieții de la sănătate, învățământ, muncă, justiție, guvernare etc., punând bazele tehnologice pentru o **potențială societate hibridă om-mașină** precum modelul Society 5.0 din Japonia.

Universitatea „Lucian Blaga” din Sibiu, prin proiectul intitulat “**Dezvoltarea sistemelor socio-fizico-cibernetice pe baza Internetului Lucrurilor în vvv**” (DiFiCIL), vizează consolidarea capacității sale de cercetare, dezvoltare și inovare în domeniul **Internetului Viitorului** aplicat în cadrul fabricilor.

### **Formarea unei echipe sustenabile**

cu expertiză în analiza, proiectarea și implementarea sistemelor socio-fizico-cibernetice (SSFC) complexe la nivel internațional pentru participarea cu succes în cadrul proiectelor europene de cercetare, precum Orizont 2020.

1

### **Cercetarea fundamentală și aplicativă**

în domeniul tehnologiilor emergente de care depinde asimilarea Internetului Viitorului pentru realizarea de publicații valoroase la nivel internațional, cât și a brevetelor de invenții.

2

### **Realizarea unei infrastructuri tehnologice**

la ULBS pentru cercetarea din domeniul SSFC cu prototipuri și sisteme experimentale ce permit validarea, demonstrarea și prezentarea conceptelor cercetării fundamentale și aplicative, atât pentru mediul academic cât și pentru cel industrial.

3

### **Identificarea temelor concrete de cercetare în industria regională**

pentru rafinarea studiile de caz implementate în infrastructura de cercetare, cât și identificarea de nișe pentru participarea comună în proiecte de cercetare europene, cum ar fi Factory of the Future în Orizont 2020.

4



# CONCEPTUL INFRASTRUCTURII DE CERCETARE

Analizând nișele de cercetare, dezvoltare și inovare la nivel European, capacitatea ULBS și a specificului companiilor din regiunea Centru, echipa de proiect a vizat dezvoltarea a două prototipuri: **un sistem de producție colaborativ**, respectiv **o stație de antrenament pentru operații manuale**.

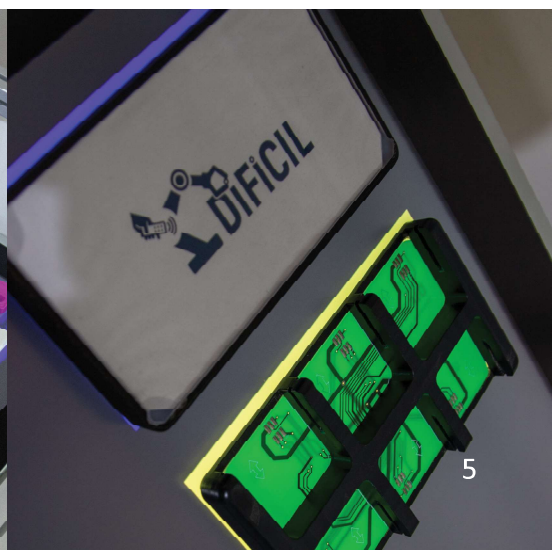
**Produsul** vizat de ambele prototipuri este o **tabletă modulară** particularizabilă, atât din punct de vedere funcțional, cât și cromatic. Tableta este compusă dintr-un **ecran**, o **magistrală** cu șase locașuri și trei tipuri de **module** ce pot fi montate în magistrală (modul baterie, modul difuzor, modul lanternă). Asamblarea tabletei nu este restricționată la o singură rețetă.

## Sistemul de producție colaborativ

este constituit din maxim 8 stații de lucru și are la bază sisteme și standarde industriale, putând funcționa în întregime sau parțial automatizat, în funcție de gradul de particularizare al tabletei modulare comandate de client. Cele 8 stații de lucru se pot conecta flexibil pe oricare 4 laturi ale oricărui modul învecinat rezultând diferite topologii ale sistemului de producție colaborativ.

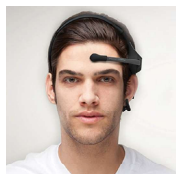
## Stația de antrenament pentru operații manuale

are la bază senzori și biosenzori de ultimă generație pentru a învăța un operator, fără un instructor uman, modul corect de asamblare a produselor. Stația de antrenament vizează atât operatorii neinițiați, cât și persoane cu experiență în domeniu.



# STAȚIA DE ANTRENAMENT PENTRU OPERAȚII MANUALE

**Stația de antrenament** este un **sistem adaptiv prototip** pentru a învăța corect modul de asamblare manuală a produselor fără un instructor uman. Adaptarea vizează ajustarea **instrucțiunilor** pentru utilizator în funcție de: starea operatorului, subcomponentele alese, performanța în execuția sarcinii și profilul detectat al utilizatorului. Componentele tabletei necesare antrenamentului sunt poziționate pe tableta de mari dimensiuni încorporată în masa de antrenament.



**Starea operatorului** este determinată prin **fuziunea datelor** de la **biosenzori** (analiza pupilei, GSR etc.), dar și de la **procesarea imaginilor**

filmate de la nivelul feței și a posturii.



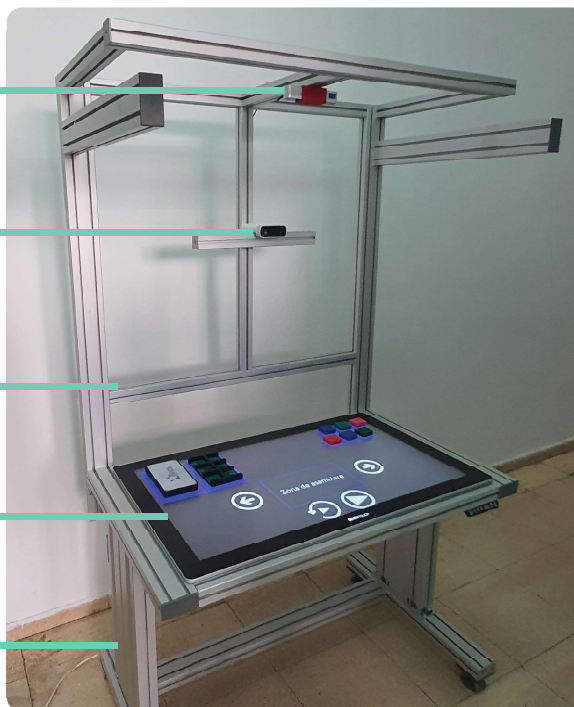
Pre-adaptarea instructajului vizează particularizarea tipului și conținutului instrucțiunilor în funcție de rezultatele obținute în cadrul experimentelor desfășurate.

Componentele selectate, precum și performanța în execuția sarcinilor sunt determinate prin **senzori de mișcare** și **camere 3D de adâncime**.



**Recomandarea următorului pas** în instructaj coroborat cu **adaptarea în timp real** în funcție de context (profil utilizator, stare, performanța din timpul antrenamentului etc.) se face folosind **tehnici ale Inteligenței Artificiale (IA)**. Etape de **antrenare** a algoritmilor IA s-au făcut în cadrul unor experimente atent controlate, ce au vizat diferite categorii de utilizatori (operatori reali, elevi, studenți etc.).

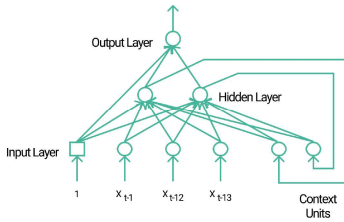
- 5** Senzor pentru detecția obiectelor și a mișcării mâinii
- 4** Senzor pentru detecția posturii și a expresiei faciale
- 3** Sistem de montare flexibil
- 2** Ecran tactil de dimensiuni mari
- 1** Sistem de ajustare a înălțimii





**Rolul sistemului de antrenament** este de a ajuta un **operator** uman să **învețe** cum să asambleze manual un produs fără a fi nevoie de un antrenor uman. De asemenea, acest sistem se adaptează utilizatorului. Pentru aceasta, este nevoie de senzori pentru obiectul ce se assemblează și senzori pentru utilizator. Folosind **senzorii** pentru obiecte – camera de adâncime – se determină **statusul curent al asamblării**, se identifică dacă starea curentă este una validă sau a fost greșit un pas.

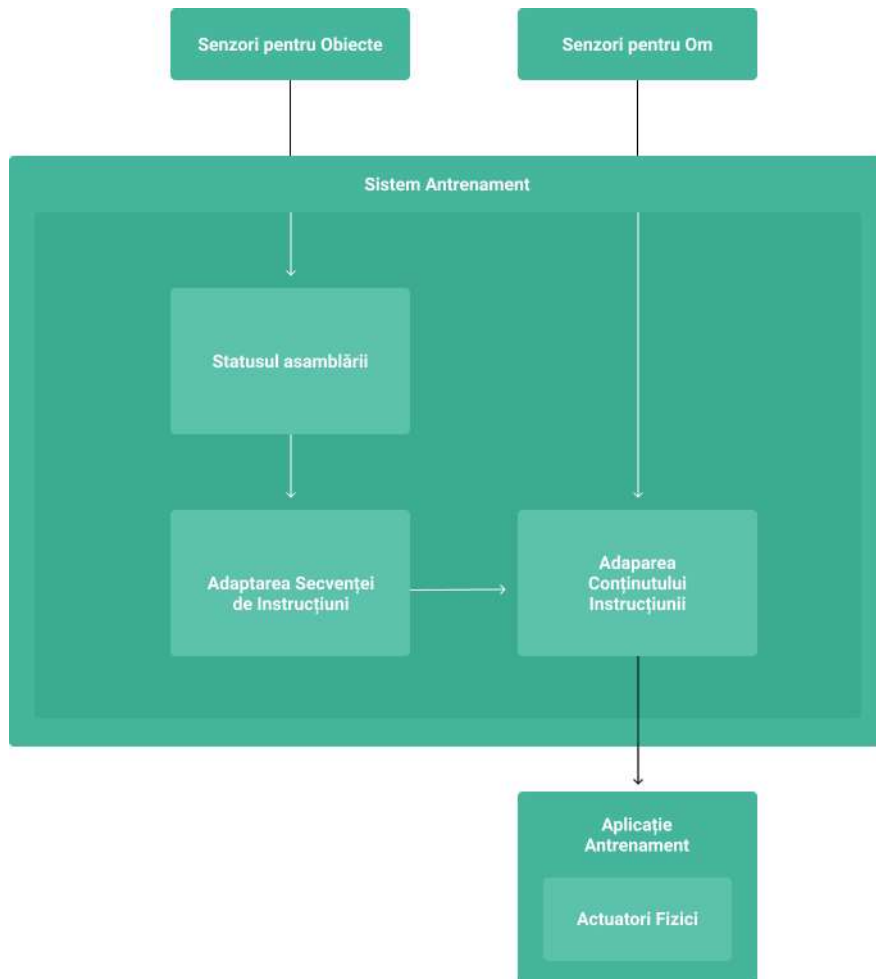
➡️ Instrucțiunea poate fi prezentată sub formă de text, audio, video, imagine, animație sau o combinație dintre acestea.



În funcție de stadiul asamblării, se alege ce instrucțiune o să fie prezentată. Poate fi repetată instrucțiunea curentă sau una din instrucțiunile următoare posibile din fluxul de asamblare.

În continuare, pe baza senzorilor ce vizează utilizatorul, se adaptează modul în care este prezentată **instrucțiunea și conținutul**:

➡️ Instrucțiunea poate conține informații sumare sau informații foarte detaliate. Aceste instrucțiuni sunt prezentate în cadrul aplicației de antrenament, care reprezintă interfața acestui sistem de antrenament cu utilizatorul uman.



# SISTEMUL DE PRODUCȚIE COLABORATIV

**Sistemul de producție colaborativ** este un prototip la o scară mai mică, dar cu o complexitate apropiată de cea a unui sistem real de fabricație. El este compus din **8 stații de lucru** ce pot fi așezate după nevoi, iar fluxul de materiale este asigurat de o **flotă de vehicule ghidate autonom (AGV)** pentru asamblarea tabletei modulare.

**Doi roboți colaborativi** sunt prevăzuți pentru a permite colaborarea cu omul, atât la încărcarea semifabricatelor în sistem, cât și la finalizarea comenzii clientului.

Prototipul permite un **control distribuit** al echipamentelor industriale de control (**PLC**) iar execuția se bazează pe **standardul IEC61499**. Un **sistem multi-agent** permite execuția comenzilor clienților în funcție de regulile stabilite de managerul liniei.

În cazul unor comenzi cu grad mare de personalizare, **sistemul** automatizat **împreună** cu un **operator uman** poate produce versiuni unicate ale produsului.



PLC pentru control distribuit prin 4DIAC (IEC61499)



Vehicule ghidate autonom (AGV) pentru asigurarea fluxului de materiale între spațiile de lucru



Plug & Produce pentru o topologie flexibilă prin Han-Modular (Harting)



Tabletă configurabilă din punct de vedere cromatic și funcțional

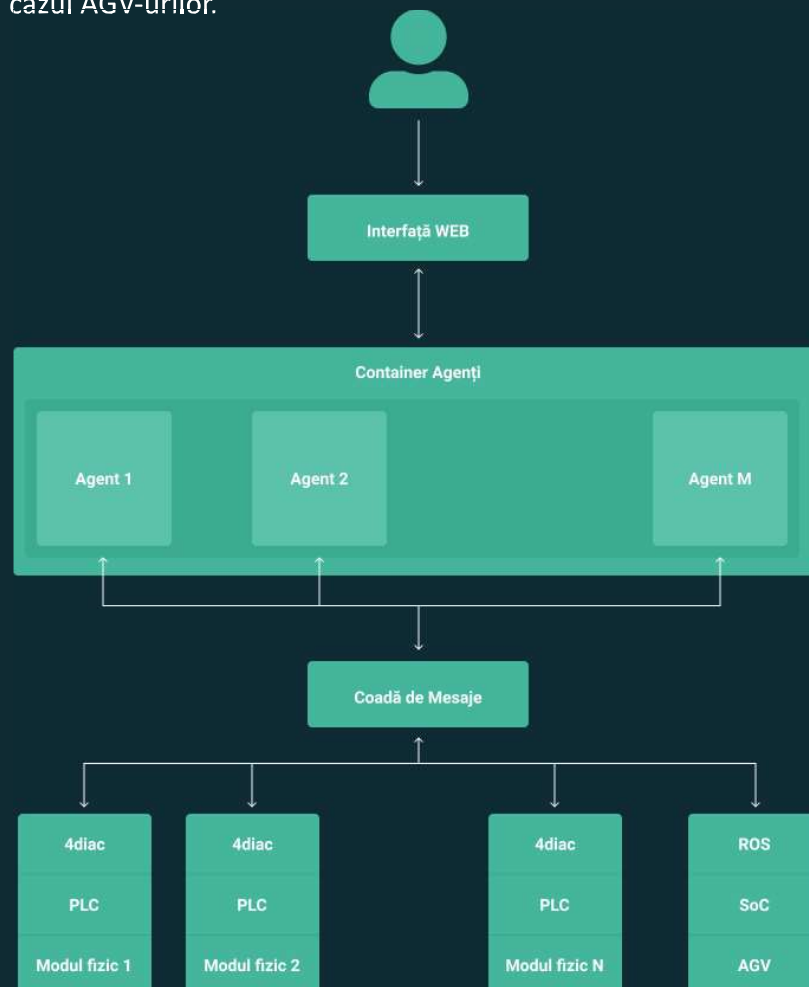


La nivel hardware, **stațiile de lucru** din componența sistemului de fabricație sunt controlate folosind un **PLC** ce este programat folosind **standardul IEC 61499** cu ajutorul **4diac FORTE**. **AGV-urile** sunt controlate folosind platforma **Robot Operating System (ROS)** ce rulează pe un **System on a Chip (SoC)** – este vorba de un Asus Tinkerboard în acest caz.

**Gestionarea întregului sistem** de fabricație și a flotei de AGV-uri este realizată de **sistemul multi-agent (MAS)**.

În cadrul MAS, fiecare stație de lucru și **AGV-ul** este reprezentat de un **Agent**, care oferă anumite **servicii**: realizarea unui pas din procesul de fabricație în cazul stațiilor de lucru, respectiv transport în cazul AGV-urilor.

**Cliantul**, cel care introduce o comandă în sistem folosind interfața Web, este de asemenea reprezentat de un **Agent**. Agentul fiecărui client este responsabil de realizarea comenzii acestuia: acesta trebuie să **interacționeze cu ceilalți agenți** din sistem și să **negocieze cu aceștia** realizarea comenzii. Acest lucru permite realizarea unui **flux flexibil de fabricație** care este adaptat și optimizat încărcării curente a sistemului.



# SUSTENABILITATEA ACTIVITĂȚILOR PROIECTULUI CREAREA UNUI ECOSISTEM DE CERCETARE

**Defragmentarea cercetării** din cadrul Facultății de Inginerie din Sibiu, dar și colaborarea strânsă cu alte facultăți, precum Facultatea de Științe Socio-Umane, a fost una din țintele de sustenabilitate vizate în conceptul proiectului **DiFiCIL**. Mai mult, următoarele inițiative au fost susținute sau catalizate prin eforturile echipei de proiect în ideea creării unui ecosistem sustenabil pentru cercetare:

- ➔ **Centrul de cercetări în inteligență conectată (INCON)** face parte din Universitatea “Lucian Blaga” din Sibiu și este format dintr-o echipă de cercetători din mediul academic și profesioniști din industrie care desfășoară activități de cercetare, dezvoltare și inovare în domeniul sistemelor socio-fizico-cibernetice.
- ➔ **Sibiu Smart Systems (SmaS)** este un hub digital operațional din cadrul ULBS, listat în catalogul UE, care integrează cercetări teoretice și bazate pe aplicații, infrastructură și servicii ale INCON și a centrului Hasso Plattner pentru transfer tehnologic (HPI), pentru a oferi o singură interfață de colaborare și suport cu organizațiile de la nivel regional pentru susținerea Transformării Digitale în regiunea Centru a României.
- ➔ **Smart Factory România (SFR)** este o asociație non-profit și reprezintă un demers realizat împreună cu parteneri industriali interesați în dezvoltarea întregii comunități românești din domeniul **Fabricii Viitorului**.

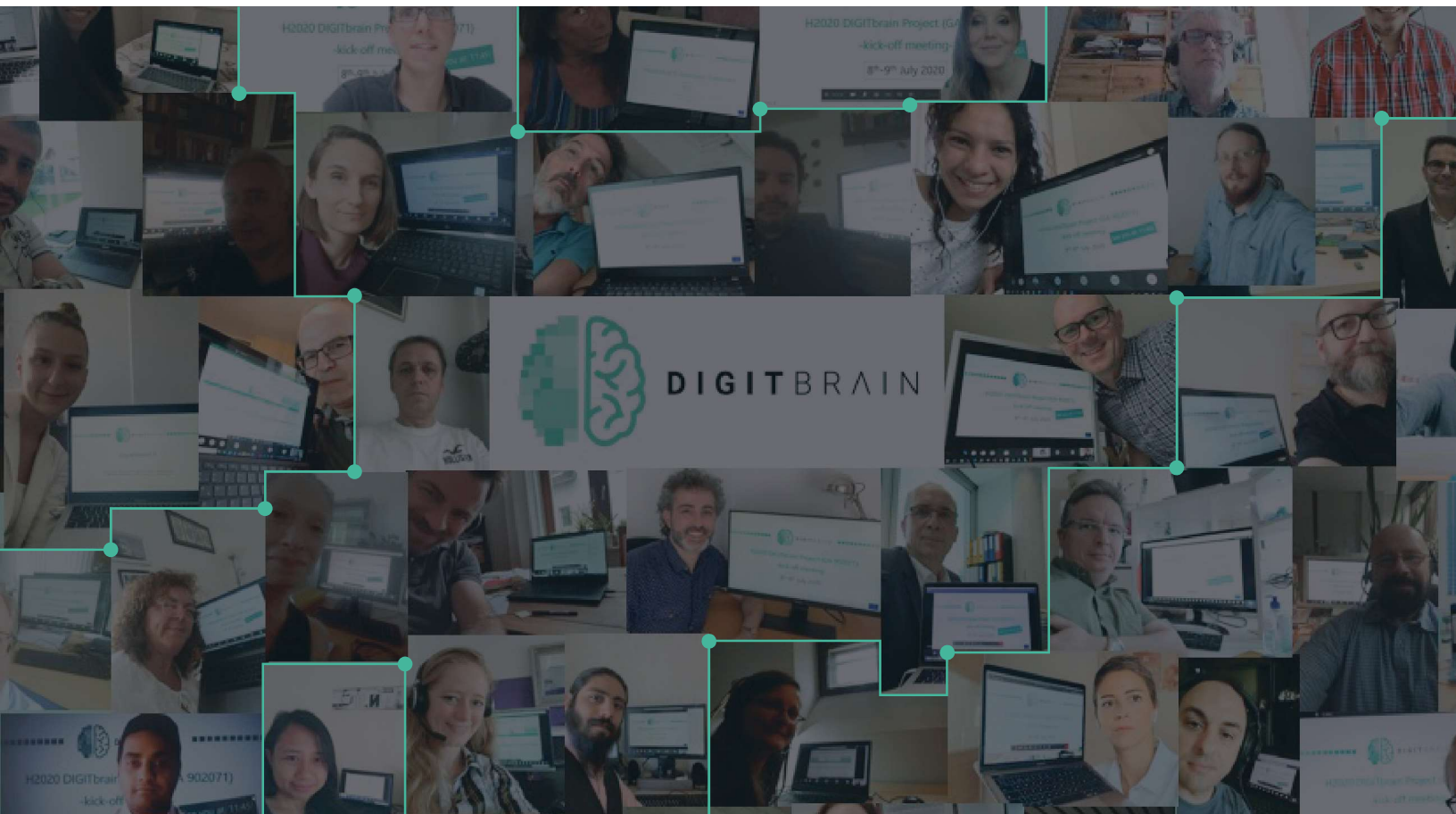




# SUSTENABILITATEA ACTIVITĂȚILOR PROIECTULUI ATRAGEREA DE PROIECTE ORIZONT 2020

**Sustenabilitatea** cercetării, prin câștigarea de **proiecte de cercetare** Orizont 2020 în timpul și în perioada de durabilitate a proiectului, reprezintă un obiectiv principal în cadrul **DIFICIL**.

Proiectele Orizont 2020 - **IPP4CPPS**, **HUBCAP**, **DIGITbrain** - sunt cele mai **relevante** din prisma augmentării cercetărilor din cadrul proiectului **DIFICIL**.



# SUSTENABILITATEA ACTIVITĂȚILOR PROIECTULUI ATRAGEREA DE PROIECTE ORIZONT 2020



## HUBCAP



**HUBCAP** – Digital Innovation HUBs and Collaborative Platform for Cyber-Physical Systems (CPS) – este un **proiect Orizont 2020** dedicat IMM-urilor din Europa care dezvoltă sau utilizează tehnologii digitale, sprijinindu-le în procesul de **adoptare de tehnologii avansate de proiectare** a sistemelor fizico-cibernetice prin dezvoltarea a șapte **centre de inovare digitală** (Digital Innovation Hub) ce vor oferi expertiză tehnică, infrastructură experimentală și cunoștințe specifice inovației digitale.

**IPP4  
CPPS**

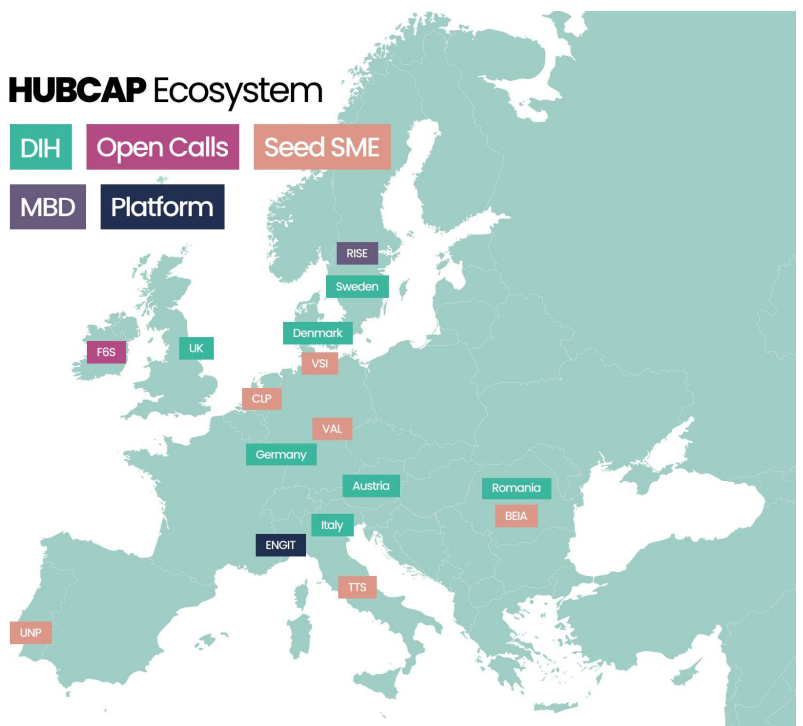


**IPP4CPPS** – Integrated product-production co-simulation for cyber-physical production system – este un **proiect Orizont 2020** ce a permis îmbunătățirea gradului de **maturitate tehnologică**, de la **TRL 4** (tehnologia validată în laborator) la **TRL 5** (tehnologia validată în mediul relevant), cu privire la instrumentele utilizate pentru co-simularea și implementarea sistemului de fabricație propus: INTO-CPS, 4DIAC, Overture și 20-Sim.

**ULBS** a avut rolul de a evalua și de a face recomandări de îmbunătățire a tehnologiilor în urma implementării sistemului de fabricație.

Universitatea “Lucian Blaga” din Sibiu (ULBS) este partener în proiectul HUBCAP prin Sibiu Smart Systems și are rolul de a **sprijini IMM-urile** interesate de **proiectarea sistemelor fizico-cibernetice** din **România** prin INCON în colaborare cu **Centrul de Transfer de Cunoaștere Hasso Plattner**.

## HUBCAP Ecosystem

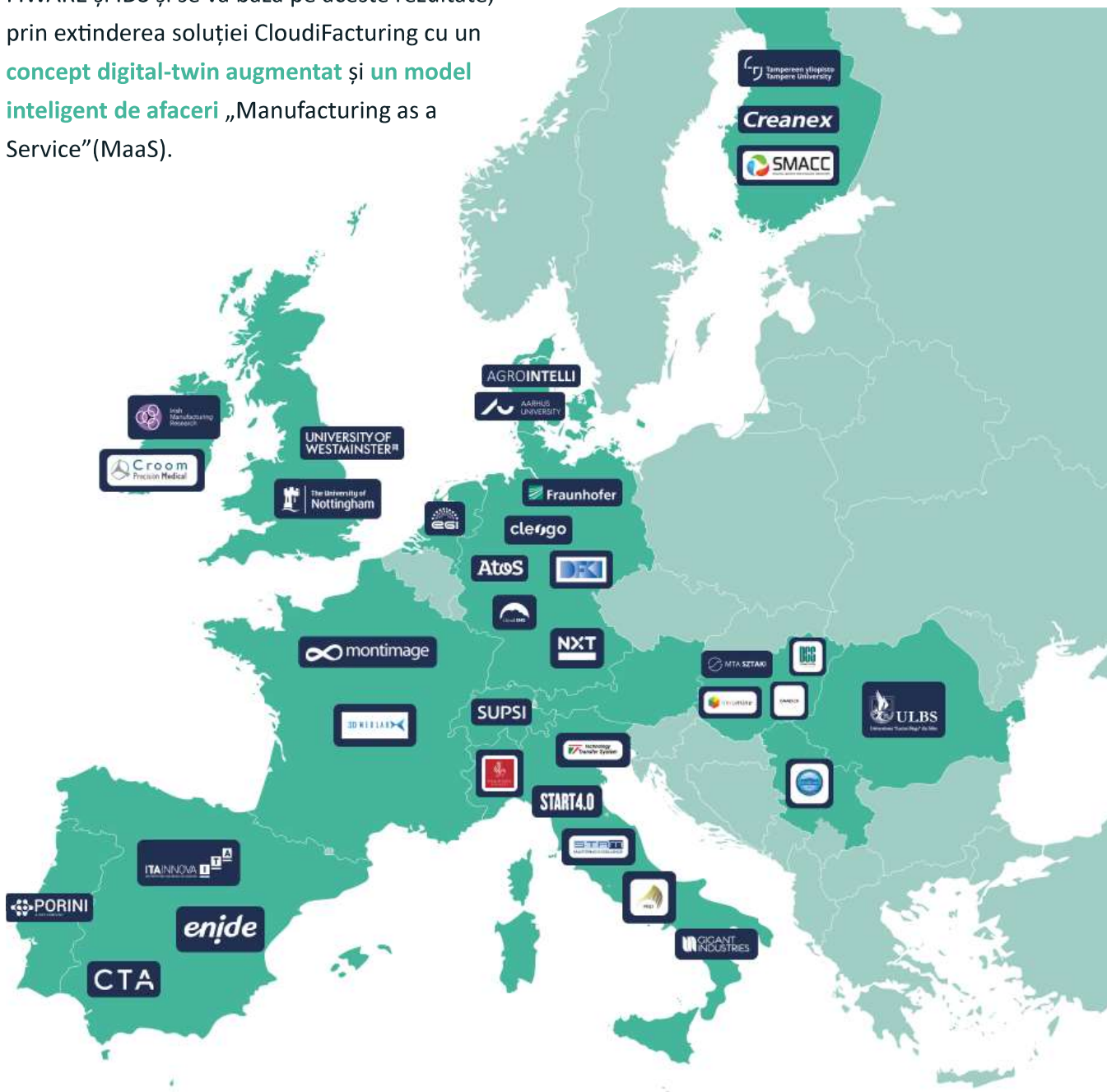






**DIGITbrain** – Digital twins bringing agility and innovation to manufacturing SMEs, by empowering a network of DIHs with an integrated digital platform that enables Manufacturing as a Service (MaaS) – este un **proiect Orizont 2020** puternic ancorat în ecosistemul de inovație al proiectului I4MS CloudiFacturing și platformele industriale FIWARE și IDS și se va baza pe aceste rezultate, prin extinderea soluției CloudiFacturing cu un **concept digital-twin augmentat și un model inteligent de afaceri** „Manufacturing as a Service”(MaaS).

Rolul ULBS în DIGITbrain este de a susține **optimizarea proceselor de fabricație a roboților agricoli autonomi** ce sunt dezvoltați de un IMM din **Danemarca** prin dezvoltarea unui digital twin împreună cu **Univesitatea din Aarhus**.



## ECHIPA PROIECTULUI

Rezultatele obținute în proiectul DiFiCIL au putut fi obținute prin implicarea și dedicația tuturor membrilor proiectului.

## COMITETUL DIRECTOR



Bondrea  
Ioan



Pîrvu  
Bogdan-Constantin



Zamfirescu Bălă  
Constantin

## ECHIPA DE MANAGEMENT



Banciu  
Livia



Ștefan  
Ioana Ramona



Giță  
Maria



Popa  
Liliana Mihaela



Muntean  
Laura



Albu  
Lăcrămioara



Manolache  
Irina Georgeta



## ECHIPA DE IMPLEMENTARE



Albu  
Ioan Alex



Circa  
Dragoș



Cruceat  
Alin Marius



Gellert  
Arpad



Govoreanu  
Valentin Cătălin



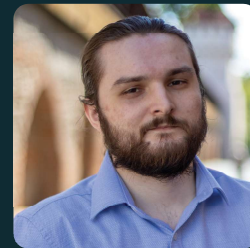
Litschel  
Christian-Adrian



Matei  
Alexandru



Neghină  
Mihai



Nicu  
Marius Iustin



Pămărac  
Răzvan-Gabriel



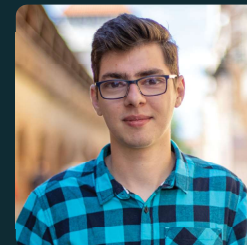
Petrusse  
Radu Emanuil



Pogan  
Livia Dana



Pușcașu  
Samuel



Precup  
Ștefan Alexandru



Stanciu  
Sergiu Gabriel



Țocu  
Nicolae-Adrian



Voju  
Radu Alexandru

# ECHIPA DE PROIECT

## SINTEZĂ EVENIMENTE RELEVANTE

Pe întreaga sa durată, **proiectul** a facilitat echipei **interacțiunea** și acumularea de cunoștințe de la **personalități științifice recunoscute**, **cursuri** de formare sau **evenimente relevante** pe plan **european** și **mondial**.

### 2016

**Kick-off proiect** - Prof. Zühlke prezintă companiilor din Regiunea Centru viziunea sa asupra Industry 4.0 (**Sibiu**, România)



### 2017

Semnare acord de colaborare cu **Swiss Smart Factory** (**Biel**, Elveția)



### 2018

Prezentare DiFiCIL la expoziția **Hannover Messe** (**Hanovra**, Germania), Participare la **ICT Proposer's Day** (**Viena**, Austria)



### 2019

Instruire școala de iarnă **Big Data** (**Cambridge**, UK)



### 2020

**Kick-off proiect HUBCAP** (**Aarhus**, Danemarca), Specializare la **Mastering ROS 2020** (**Barcelona**, Spania)



# EVENIMENTE DE PREZENTARE A INFRASTRUCTURII

## NOAPTEA CERCETĂTORILOR

Este un eveniment care se desfășoară încă din anul 2005 la nivel european, atrăgând un public larg, tot mai numeros.

### Stația de antrenament pentru operații manuale

s-a numărat printre atracțiile principale ale ediției 2018 de la Sibiu.

De la copiii de grădiniță până la elevi, cu toții au fost **încântați** de modul **interactiv și distractiv de învățare** corectă a procesului de asamblare manuală a tabletei modulare.



**Ioana Ștefan**

Membră a echipei de proiect

Am rămas **surprinsă de curiozitățile celor mici**, de implicarea părinților și a cadrelor didactice. Este foarte important ca un copil să **crească aproape de tehnologie**, să fie familiarizat cu viitorul.

Cu cât îi antrenăm mai mult pe cei mici să **folosească tehnologia** pentru a se descurca și a fi mai eficienți, cu atât vor fi mai pregătiți când vor crește mari, iar lucru acesta este esențial, fiindcă **societatea viitorului va fi una puternic digitalizată**.





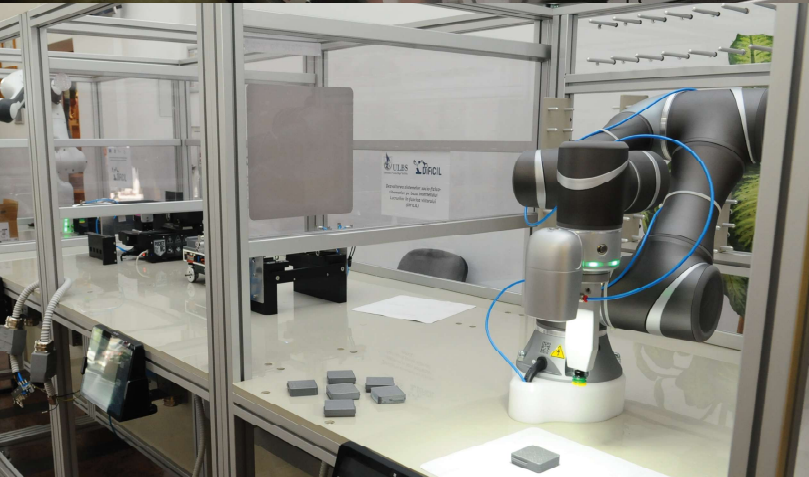
# DEMO DAY- "FABRICA VIITORULUI" LA UNIVERSITATEA "LUCIAN BLAGA" DIN SIBIU

**7 octombrie 2019:** Cadrele didactice și studenții Universității "Lucian Blaga" din Sibiu au fost invitați la prezentarea rezultatelor intermediare ale activității proiectului "**Dezvoltarea sistemelor socio-fizico-cibernetice pe baza Internetului Lucrurilor în fabrica viitorului**" (DiFiCIL).

Au fost expuse **prototipurile în fază intermediară**, iar membrii echipei de cercetare și dezvoltare au discutat cu cei interesați teme de tehnologie și dezvoltare relevante la nivel internațional din **Fabrica Viitorului**.

Obiectivul general al evenimentului a fost facilitarea interacțiunii dintre echipa de cercetare și cei interesați, atât cadre didactice, cât și studenți.

Totodată, a avut loc și o prezentare generală a proiectului, unde au fost invitate atât cadre didactice, cât și parteneri din mediul de afaceri. Scopul prezentării a fost de a **identifica și facilita colaborări** în cadrul Facultății de Inginerie, dar și **parteneriate** pe teme concrete cu companiile din industrie.



# FORMARE ȘI SPECIALIZARE

## ȘCOALA DE VARĂ – VIENA

O parte din studenții implicați în proiectul DiFiCIL au avut ocazia să participe la **școala de vară de la Viena**, dar și **școala de iarnă de la Cambridge**, unde s-au discutat cele mai noi tehnologii și s-au dezbătut probleme ale viitorului, învățând astfel metode, tehnologii pe care le-au aplicat în dezvoltarea sistemelor prototip realizate pe perioada de implementare a proiectului.

## ȘCOALA DE IARNĂ – CAMBRIDGE

Școala de iarnă **Big Data** organizată de **Universitatea din Cambridge** a reunit peste **200 participanți** din toată lumea. Această școală a pus **accentul** pe cele mai noi **metode și tehnologii** folosite în domeniul **BigData** și domeniile conexe acestuia.

Cursurile au fost împărțite pe trei secțiuni separate ce aveau loc în paralel, participanții având posibilitatea să se mute de la un curs la altul în funcție de domeniul de interes. Cursurile au fost ținute de **profesori** de la **universități de prestigiu** din întreaga lume.

Pe lângă cursuri, au fost și sesiuni de prezentare din partea mediului industrial, respectiv academic, cât și sesiuni deschise unde fiecare își putea prezenta un proiect relevant în lucru. Universitatea “Lucian Blaga” din Sibiu, a fost reprezentată prin studenții Alexandru Matei, Dragoș Circa și Alexandra Turcu.



**Alexandru Matei**

Membru al echipei de proiect

Mi-a plăcut foarte mult modul în care a fost organizată școala de iarnă, în sensul că aveam o flexibilitate foarte mare și puteam alege la care activități să participăm. De asemenea, cursurile erau pe diferite niveluri de dificultate, începând de la cursuri pentru începători și până la cursuri de aprofundare. Atât profesorii, cât și participanții erau deschiși și motivați. A fost un mediu total diferit față de cursurile obișnuite din universitate.

# FORMARE ȘI SPECIALIZARE

## MASTERING ROS, BARCELONA

Tehnologia și evoluția ei. Asta putem spune despre obiectivele proiectului **DiFiCIL**. Cursul **Mastering ROS** 2020 din Barcelona s-a pliat perfect pe cerințele noastre. Astfel, au urmat cinci zile de învățare intensă a conceptelor de robotică, cu un număr aproximativ de douăzeci de participanți din toate colțurile lumii.

În cadrul cursului **Mastering ROS** s-au predat bazele roboticii și a modalităților de utilizare și dezvoltare software a roboților.

Ca acest lucru să se facă cât mai eficient, totul s-a predat pe simulări practice, urmând ca în ultima zi să fie utilizat un robot real pentru a pune în aplicare cunoștințele dobândite.

În două dintre zile au fost făcute deplasări la doi mari producători de roboți: „PAL Robotics” și „Universal Robots”, unde s-a prezentat modul de realizare a **roboților umanoizi** inteligenți și a brațelor robotice cooperative.

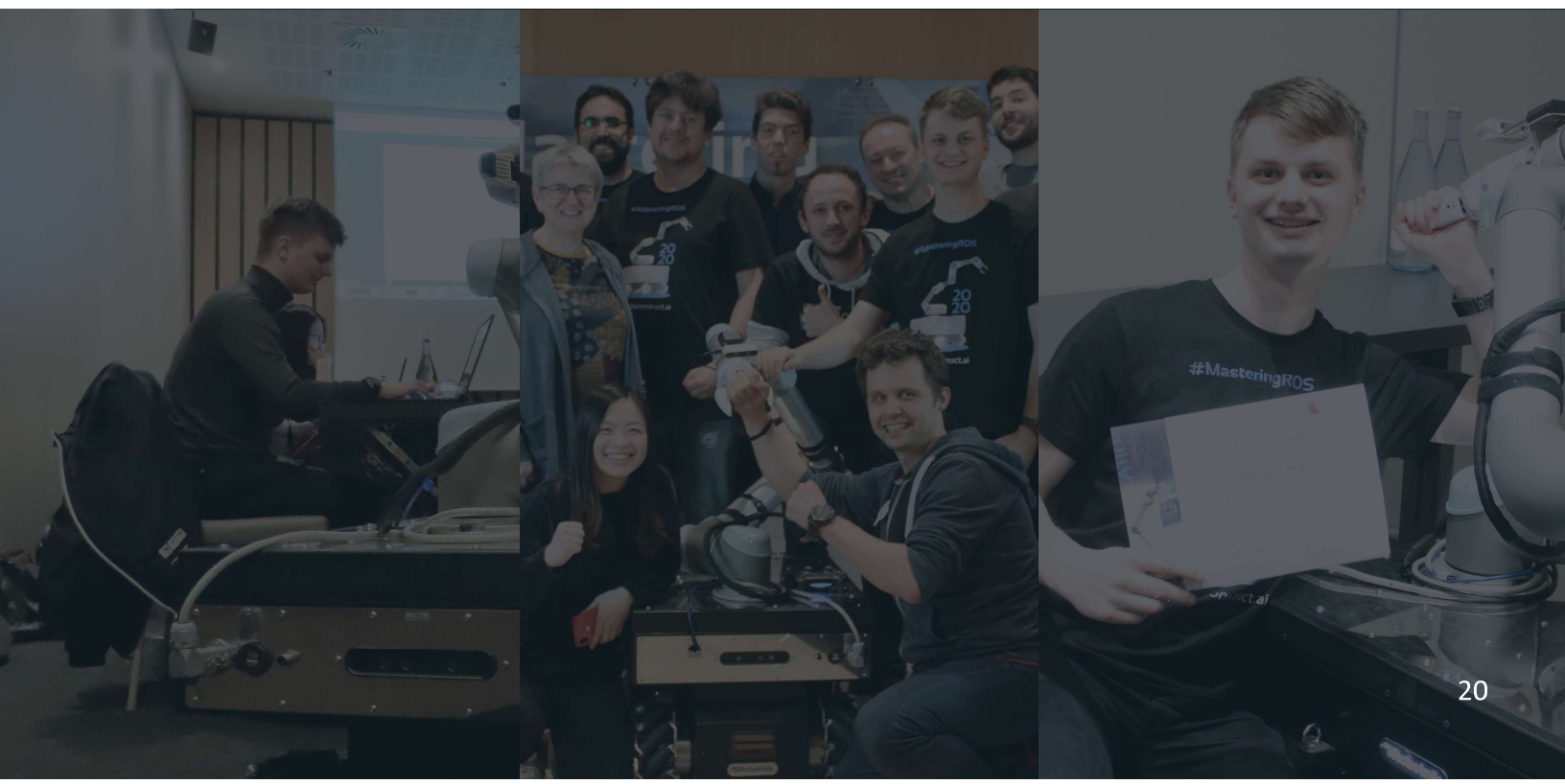


Experiența a fost uimitoare, am cunoscut multe persoane noi, toate cu un scop comun: să își crească orizonturile și să învețe robotică.

De asemenea, orașul mi-a plăcut foarte mult, este o experiență de care îmi este drag să vorbesc mereu.

### Dragoș Circa

Membru al echipei de proiect



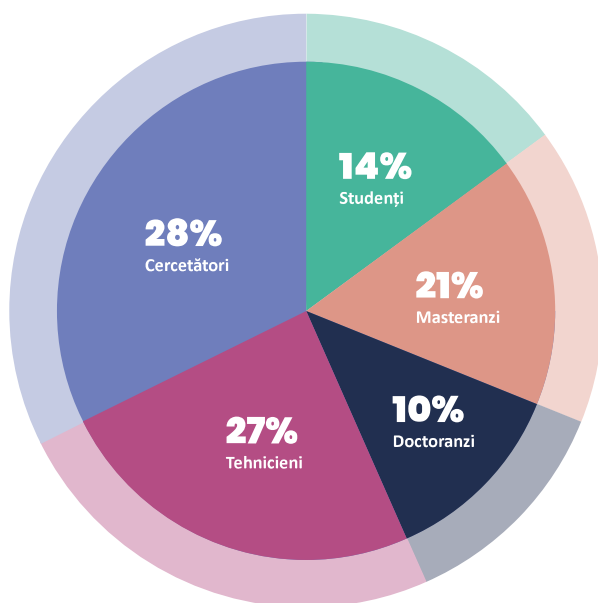


## ECHIPA DE PROIECT

Formarea unei **echipe sustenabile** cu expertiză în analiza, proiectarea și implementarea sistemelor socio-fizico-cibernetice (SSFC) complexe la nivel internațional a reprezentat **fundamentul** proiectului **DiFiCIL**. Atragerea de tineri care să lucreze alături de cercetători experimentați în activitățile proiectului a reprezentat **prioritatea** proiectului.

În total au fost **41 de persoane** implicate în **activitățile proiectului**. Dintre acestea, 15 femei (1 studentă, 4 tehniene, iar restul responsabile pe administrativ), respectiv 26 bărbați (5 studenți, 6 masteranzi, 3 doctoranzi, 4 tehnicieni). Nu în ultimul rând, 8 cercetători cu experiență au asigurat coordonarea tinerilor ce au activat în echipa de implementare a proiectului.

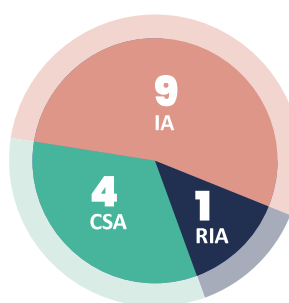
### ANGAJAȚII ALE ECHIBEI DIFICIL



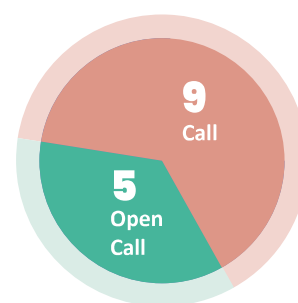
## REZULTATE PROIECTE ORIZONT 2020

Atragerea de proiecte Orizont 2020 în perioada de implementare a proiectului a fost un obiectiv cheie pentru echipa de proiect. La finalizarea proiectului, din programul Orizont 2020 al Comisiei Europene s-au atras fonduri de 671.437,50 €, dintr-un total de 14 proiecte depuse.

Proiectele câștigate, vizând printre altele dezvoltarea de Digital Twin, respectiv modelarea multi-paradigmatică a sistemelor socio-fizico-cibernetice, contribuie dincolo de perioada de implementare a proiectului **DiFiCIL** la creșterea nivelului profesional al viitorilor angajați pregătiți în cadrul ULBS, dar și integrarea timpurie a studenților în activități de cercetare-dezvoltare relevante pentru mediul academic și industrial.



CSA VS RIA VS IA



CALL VS OPEN CALL

- Coordination and support Actions (CSA)
- Innovation Actions (IA)
- Research and Innovation Actions (RIA)

# REZULTATE

## PUBLICAȚII ȘTIINȚIFICE

Mai mult de 40 de publicații științifice și cereri de brevet au fost elaborate de membrii echipei de proiect. Acestea demonstrează comunității științifice, și nu numai, rezultatele activităților desfășurate de-a lungul timpului în cadrul proiectul **DiFiCIL**.

### Selecție de publicații:

*Pirvu, B.C., Zamfirescu, CB., "Smart factory in the context of 4th industrial revolution: challenges and opportunities for Romania", 5th International Conference on Modern Technologies in Industrial Engineering (ModTech), Sibiu, Romania, pp. 1-10, 2017.*

*Neghina, M., Zamfirescu, CB., Pierce, K., "Early-stage analysis of cyber-physical production systems through collaborative modelling", Software and Systems Modeling (SoSyM), Volume 19, pp. 581-600, 2019.*

*Zamfirescu, CB., Neghina, M., "Collaborative development of a CPS-based production system", Procedia Computer Science, Volume 162, 2019, pp. 579-586, 2019.*

*Gellert, A., Precup, SA., Pirvu, BC., Zamfirescu, CB., "Prediction-Based Assembly Assistance System", 25th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA), pp. 1065-1068, Vienna, Austria, 2020. Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA 2020).*

### Lista cererilor de brevet publicate:

1. NEGHINĂ MIHAI, PUȘCAȘU SAMUEL, PETRUSE RADU EMANUIL, STANCIU SERGIU-GABRIEL, PĂMĂRAC RĂZVAN-GABRIEL, PÎRVU BOGDAN-CONSTANTIN - **VEHICUL CU GHIDARE AUTOMATĂ** - RO134111 (A0).
2. PÎRVU BOGDAN CONSTANTIN, PETRUSE RADU EMANUIL, NEGHINĂ MIHAI - **STAȚIE DE ANTRENAMENT ȘI METODĂ DE INSTRUIRE ȘI ANTRENARE PENTRU SARCINI CARE NECESITĂ OPERAȚII MANUALE** - RO134342 (A0).

Această cerere este publicată și la European Patent Office pentru obținerea drepturilor și la nivel European.



**Samuel Pușcașu**

Membru al echipei de proiect

Participarea la acest proiect a fost o provocare atât pentru mine, cât și pentru ceilalți colegi din echipa de dezvoltare. Pe lângă cunoștințele dobândite pe parcursul cercetării și dezvoltării proiectului, am stabilit relații profesionale cu reprezentanți ale unor firme locale.



**Mihai Neghină**

Membru al echipei de proiect

Cercetarea a început cu ideea realizării unui exemplu concret, o mini-linie de producție, care să îmbine pragmatismul industriei cu viziunea modelării multi-paradigmatice a partenerilor academici (Universitatea Aarhus DK, Universitatea Newcastle UK). Deși, la început, a părut ciudată modelarea tuturor componentelor sistemului într-un singur limbaj, cu funcționalitate minimală, pe măsură ce proiectul evolua se contura din ce în ce mai clar viabilitatea soluției pentru industria de fabricație: menținerea unei co-simulari funcționale pe tot parcursul proiectului, cu îmbunătățiri evidente pe măsură ce componente superficiale generate într-un limbaj parțial neadecvat se transformau în modele detaliate create în tool-uri specializate. Proiectul în sine, dar și interacțiunea cu colegii din industrie și universități, s-au transformat într-o experiență plăcută și foarte utilă pentru noile proiecte de dezvoltare de sisteme.





Proiect co-finanțat din Fondul European de Dezvoltare Regională prin Programul Operațional  
Competitivitate 2014-2020

**Editorul materialului:** Graffino Web SRL

**Prin cadrul contractului:** BAP 405 / 19.05.2020

**Data publicării:** Octombrie 2020

Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a  
Uniunii Europene sau a Guvernului României