



UNIUNEA EUROPEANĂ



Instrumente Structurale  
2014-2020

**CeS-UTCN - Excelența Științifică și Specializare Inteligentă prin crearea unui Centru Suport dedicat facilitării accesului entităților publice și private la proiecte/competiții CD**

Proiect cofinanțat din Fondul European de Dezvoltare Regională prin  
Programul Operațional Competitivitate



Utilizarea infrastructurii de calcul de înaltă performanță CloudUT în propunerile și execuția proiectelor de cercetare din UTCN

Prof.dr.ing. Dorian GORGAN, [dorian.gorgan@cs.utcluj.ro](mailto:dorian.gorgan@cs.utcluj.ro)



27 septembrie 2022



UNIUNEA EUROPEANĂ



Instrumente Structurale  
2014-2020

## CeS-UTCN - Excelența Științifică și Specializare Inteligentă prin crearea unui Centru Suport dedicat facilitării accesului entităților publice și private la proiecte/competiții CD

Proiect cofinanțat din Fondul European de Dezvoltare Regională prin  
Programul Operațional Competitivitate



### C U P R I N S

- Cercetarea științifică, tehnică și tehnologică în universitățile tehnice
- Infrastructura de calcul de înaltă performanță CloudUT
- Beneficiile utilizării infrastructurii în proiectele de cercetare
- Întrebări și discuții



# Cercetarea academică

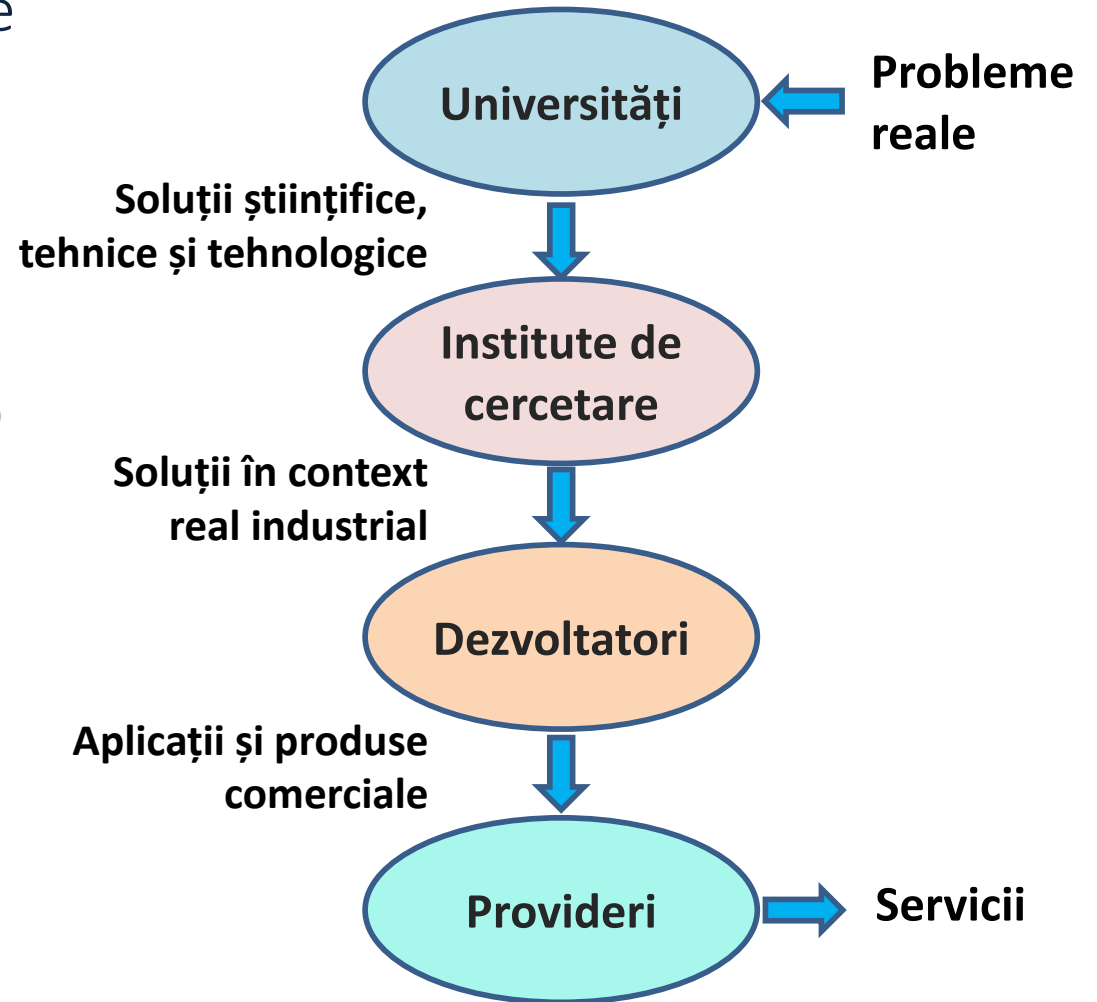
---

- Care este *scopul* cercetării academice?
- Care este *rolul* nostru?
- Care este *competența* noastră?
- Care sunt *resursele* noastre?
- Care ar putea fi *realizările* noastre?
- Care ar putea fi *beneficiile* noastre?



# Misiune și actori

- Transformarea unor probleme reale în servicii
- Actori
  - Universități (TRL 3,4,5)
  - Institute de cercetare (TRL 5,6)
  - Companii (TRL 7,8)
  - Integratori (TRL 8,9)
  - Provideri servicii (TRL 9)



# Provocări în cercetarea academică

---

- Diversitatea temelor de cercetare și a configurațiilor de calcul
- Domenii, colective și proiecte de cercetare interdisciplinară
- Migrarea proiectelor de cercetare în cloud
- Dezvoltarea aplicațiilor și serviciilor în cloud
- Managementul resurselor de calcul
- Standardizare, interoperabilitate, partajarea resurselor
- Integrarea și scalabilitatea resurselor de prelucrare
- Administrare și implementare în fazele de durabilitate

# Soluții pentru HPC

---

- HPC → arhitecturi Cluster, Grid și Cloud
- Arhitectura Cluster
  - Conectivitate mare între noduri similare, un singur task
- Infrastructura Grid
  - Interconectare prin Internet a nodurilor eterogene, taskuri distribuite, scalabilitate
- Infrastructura Cloud
  - Virtualizare, mașină virtuală, containere, servicii, configurație flexibilă, scalabilitate

# Infrastructură Cloud în universități

---

- (+) Proiecte de cercetare, cercetare doctorală, activitate didactică sau servicii administrative
- (-) Costuri bugetare, licențe, management, administrare resurse de calcul, evoluție tehnologică permanentă, investiții financiare continue în noi resurse software și hardware
- Sisteme client-server → Infrastructură cloud
- (?) Infrastructură incrementală/La cheie, Cercetare/Educație/Administrativ



# Proiect CLOUDUT



- **Titlu:** Cloud Cercetare UTCN – CLOUDUT  
(<http://cloudut.utcluj.ro>)
- **MySMIS ID:** 124493
- **Contract no.:** 235/ 21.04.2020
- **Tip Proiect:** Program Operațional Competitivitate 2014-2020 (POC)
- **Axa prioritara 1:** Cercetare, dezvoltare tehnologică și inovare (CDI) în sprijinul competitivității economice și dezvoltării afacerilor
- **Acțiunea 1.1.2:** Dezvoltarea unor rețele de centre CD, coordonate la nivel național și racordate la rețele europene și internaționale de profil și asigurarea accesului cercetătorilor la publicații științifice și baze de date europene și internaționale
- **Finanțare:** Fonduri Europene pentru Dezvoltare Regională, Valoarea totală: 4.955.000 RON, din care 4.950.000 RON din fonduri Europene.



**UNIVERSITATEA TEHNICĂ**  
DIN CLUJ-NAPOCA





# Obiective

---

- OG1. Creșterea *capacității de cercetare*
  - Competitivitate științifică pe plan internațional
  - Crearea unei infrastructuri de calcul de înaltă performanță
  - Integrarea în structuri naționale și internaționale de tip cloud și infrastructuri de date masive
- OG2. Dezvoltarea *colectivelor de cercetare științifică interdisciplinară*
  - Consorții naționale și internaționale de cercetare
  - Domenii interdisciplinare big data, inteligență artificială, date spațiale și IoT
  - Gamă largă de aplicații ingineresti, economice și administrative, solicitate de mediul economic regional și național

# Obiective Specifice

---

- **SO1. *Infrastructura CLOUDUT***

contribuie la dezvoltarea resurselor de calcul de înaltă performanță și stocare a datelor masive, necesare activității de cercetare și colaborare științifică

- **SO2. *Platforme, servicii și aplicații software cloud***

infrastructuri de date masive, care să specializeze CLOUDUT pentru domeniile ingineresti de cercetare

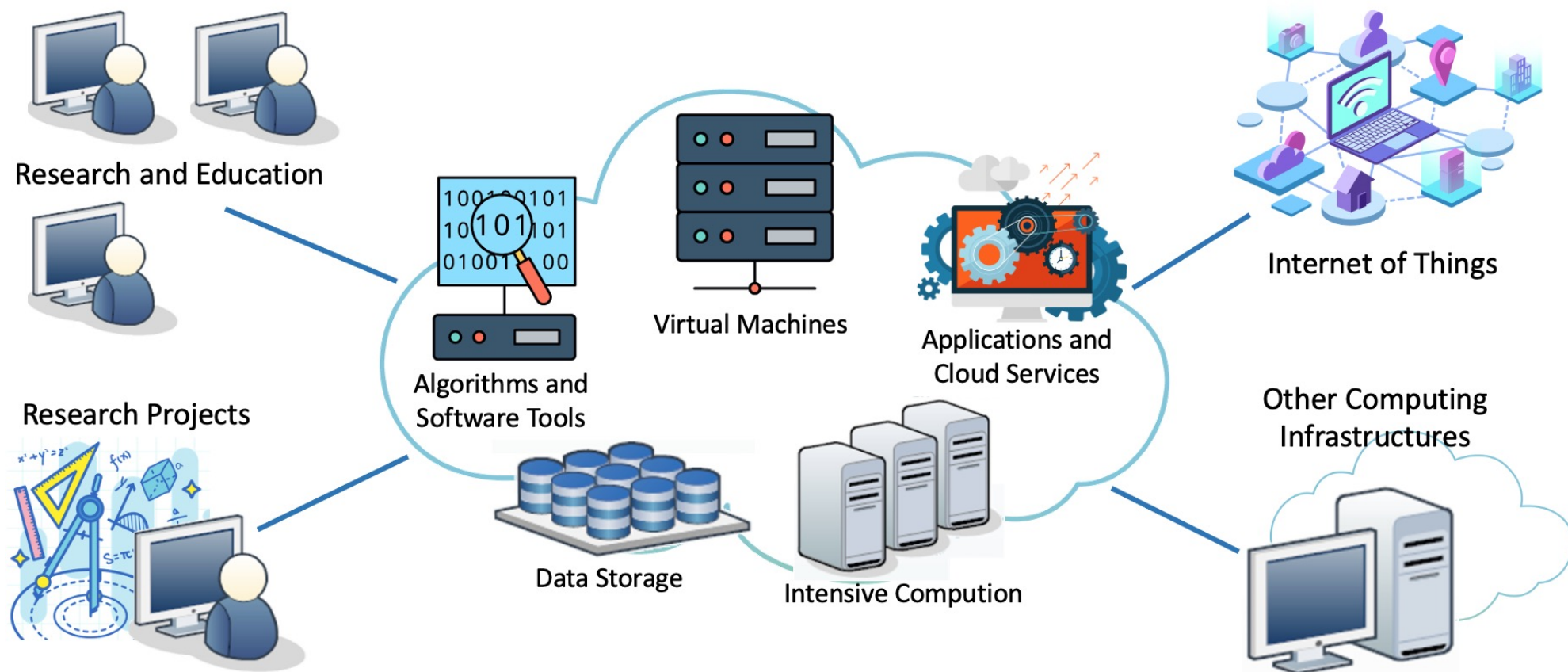
- **SO3. *Colective de cercetare științifică interdisciplinară***

capacitate de colaborare în proiecte naționale și internaționale de cercetare

- **SO4. *Capacitate de publicare***

participare și organizare de manifestări științifice

# Infrastructura CloudUT



# Infrastructura CloudUT

---

- 10 noduri de calcul (320 nuclee), 5120 GB RAM, capacitate de stocare 72TB, RAID 5
- 2 noduri GPU. Fiecare nod GPU are 2 procesoare cu 20 core-uri, 512GB, 1TB, 2xTesla V100 GPU (640 core tensors, 5120 CUDA cores), 32GB memorie dedicată, suport pentru virtualizare, + NVIDIA A100 GPU 40 GB
- 25 Gbps conectivitate internă și 10 Gbps conectivitate externă
- VMware cu suport pentru management, virtualizare, orchestrare și automatizare, cu capabilități vCloud

# Centrul CloudUT

---

- Structură organizațională
- Grup de experți
- Consultanță științifică, tehnică și tehnologică
- Management și administrare
- Politici de utilizare
- Aplicația Ticketing
- Tutoriale



# Politici de utilizare CloudUT

---

- Utilizarea intensivă și eficientă
- Consultanță
- Cooperare
- Solicitarea și alocarea resurselor
- Monitorizarea și raportarea utilizării resurselor
- Roluri în utilizarea infrastructurii



# Utilizarea intensivă și eficientă

---

- **Procesarea intensivă**

utilizarea la capacitate maximă a resurselor minime, necesare pentru atingerea obiectivelor de calitate și performanță propuse

- **Procesarea eficientă**

utilizarea resurselor în timpul planificat cu atingerea obiectivelor propuse

- **Rezultate cuantificabile**

Publicații științifice

Proiecte, consorții, colaborări

Produse și servicii de interes în comunitatea științifică și economică



# Roluri în utilizarea infrastructurii

---

## 1. Roluri utilizatori în Colectivele de Cercetare

- Utilizator aplicații și servicii
- Dezvoltator aplicații și servicii
- Inginer de proiect

## 2. Roluri în Centrul CloudUT

- Consultant dezvoltare
- Consultant arhitectură
- Administrator Infrastructură
- Manager infrastructură





# Solicitarea și alocarea resurselor

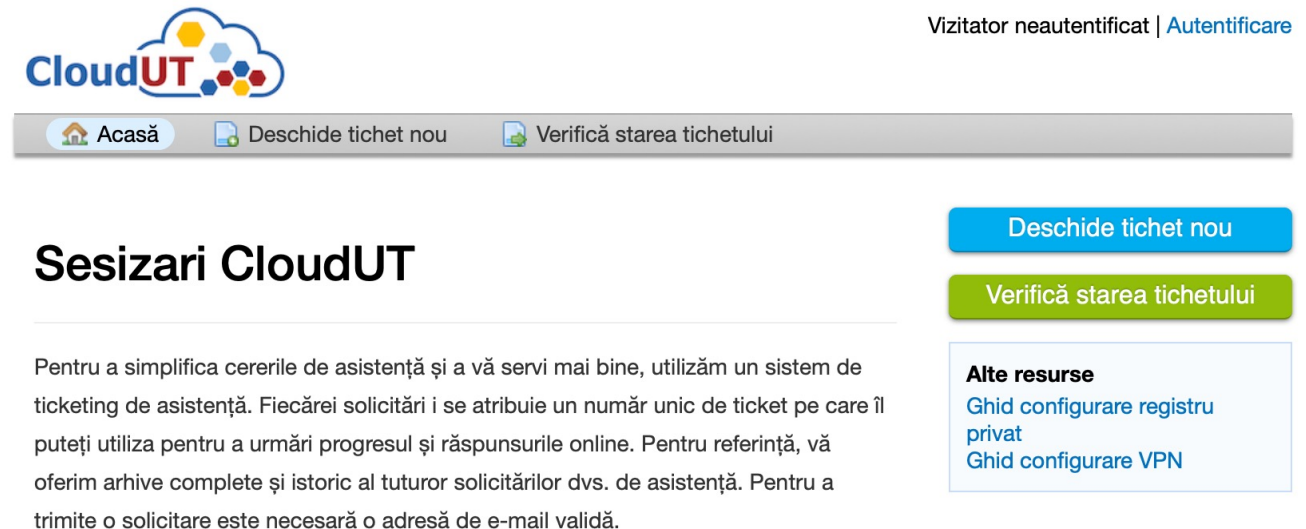
## Aplicația Ticketing

### 1. Solicitare

- Resurse MV
- Consultanță
- Probleme
- Web Hosting
- . . .

### 2. Analiză

### 3. Aprobare



The screenshot shows the CloudUT ticketing application interface. At the top left is the CloudUT logo. To the right, it says "Vizitator neautentificat | [Autentificare](#)". Below the logo is a navigation bar with three buttons: "Acasă", "Deschide tichet nou", and "Verifică starea tichetului". The main content area is titled "Sesizari CloudUT" and contains a paragraph of text: "Pentru a simplifica cererile de asistență și a vă servi mai bine, utilizăm un sistem de ticketing de asistență. Fiecărei solicitări i se atribuie un număr unic de ticket pe care îl puteți utiliza pentru a urmări progresul și răspunsurile online. Pentru referință, vă oferim arhive complete și istoric al tuturor solicitărilor dvs. de asistență. Pentru a trimite o solicitare este necesară o adresă de e-mail validă." To the right of the main content are two buttons: "Deschide tichet nou" (blue) and "Verifică starea tichetului" (green). Below these buttons is a box titled "Alte resurse" containing three links: "Ghid configurare registru privat" and "Ghid configurare VPN".

## *Solicitarea resurselor, precizări tehnice*

ex. număr procesoare CPU, capacitatea memoriei operative, capacitatea de stocare, procesor GPU, lucrul în rețea, sistem de operare (preinstalat), platformă software (preinstalată), existența unor licențe, timpul pentru care se solicită resursele etc.

# Fazele dezvoltării pe Cloud

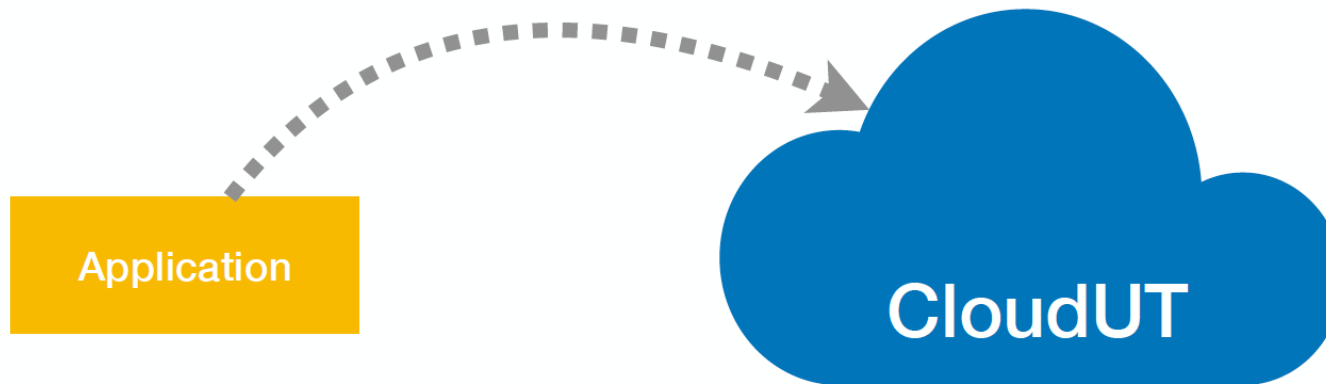
---

1. **Dezvoltare prototip** – dezvoltarea unui pilot pe resurse locale (ex. server, laptop, desktop)
2. **Migrare** – portarea aplicației pilot pe infrastructura cloud, pentru o altă dimensiune a pachetelor software, modelului de date, nivelului de scalabilitate, cerințelor de performanță
3. **Dezvoltare cloud** – dezvoltarea/adaptarea și execuția pe cloud conform contractului de utilizare a infrastructurii CloudUT
4. **Exploatare** – execuția pe o perioadă dată a aplicațiilor și serviciilor dezvoltate pe infrastructura CloudUT, conform contractului de exploatare

# Migrarea aplicațiilor pe Cloud

---

- Rehost (Migrare simplă)
- Replatform (Modificarea platformei software)
- Refactoring/ Re-architecturing (Reproiectare)



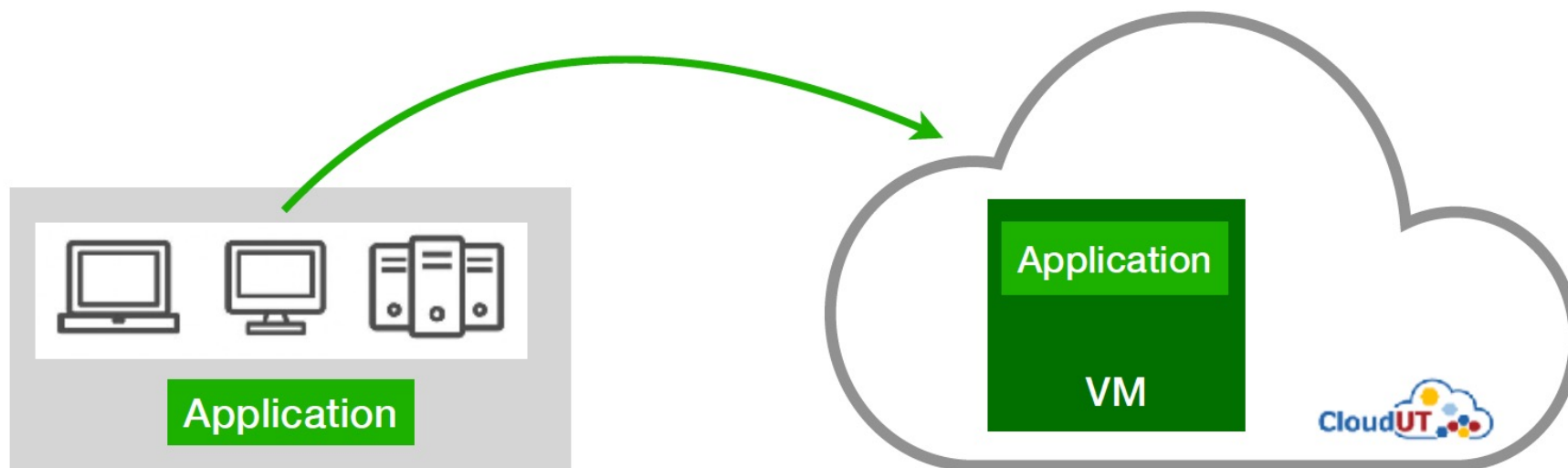
Referință:

Victor Bacu, **Developing and Migrating Applications and Services to CLOUDUT**, prezentare in Atelier de lucru "Increasing the performance of the research activity in UTCN by implementing the CLOUDUT project", în cadrul celei de a XVIII-a ediție a *Salonului Cercetării Științifice, Inovării și Inventicii (PRO INVENT 2020)*, 18-20 noiembrie 2020, Cluj-Napoca, România.

[https://cloudut.utcluj.ro/wp-content/uploads/2020/11/5\\_migration\\_to\\_cloud.pdf](https://cloudut.utcluj.ro/wp-content/uploads/2020/11/5_migration_to_cloud.pdf)

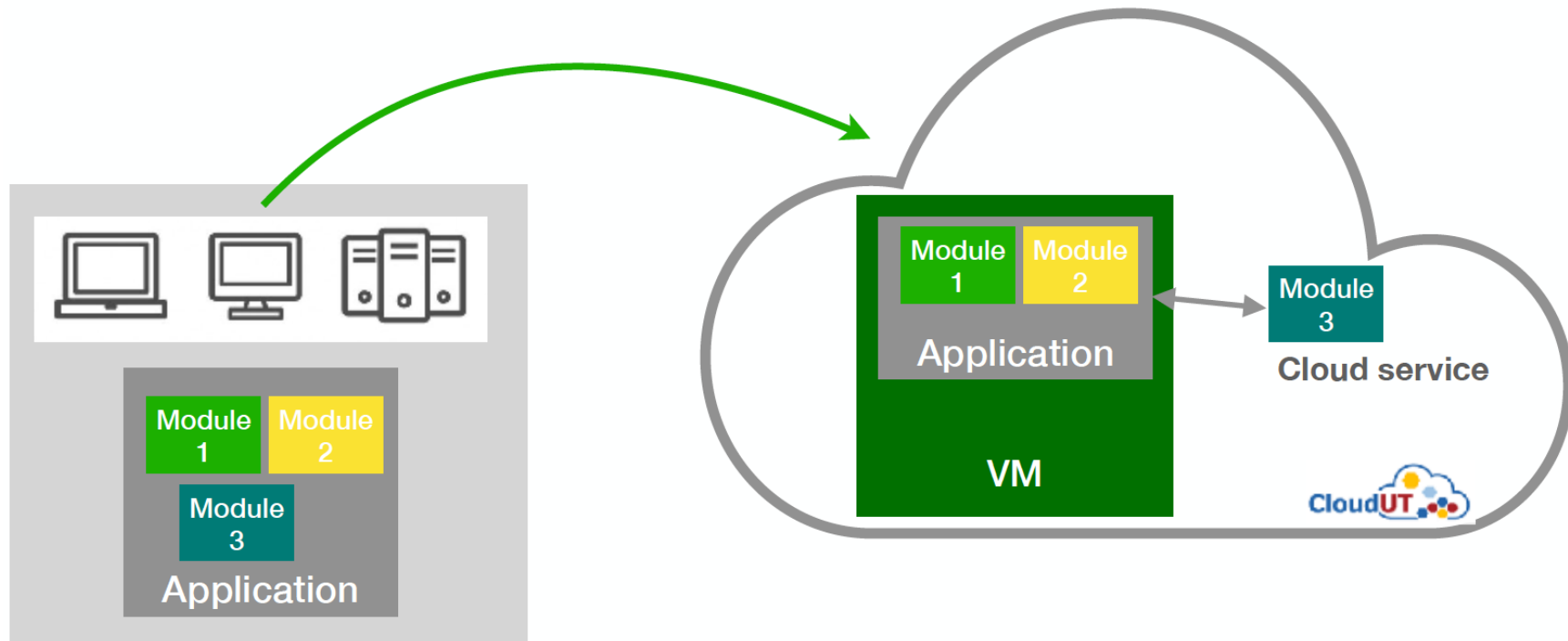
# Rehost

- Se mută aplicația așa cum este, într-o Mașină Virtuală (MV)
- (+) Cea mai simplă soluție – nu se rescrie codul
- (-) Nu se obțin avantajele din Cloud, pot apărea probleme cu licențierea



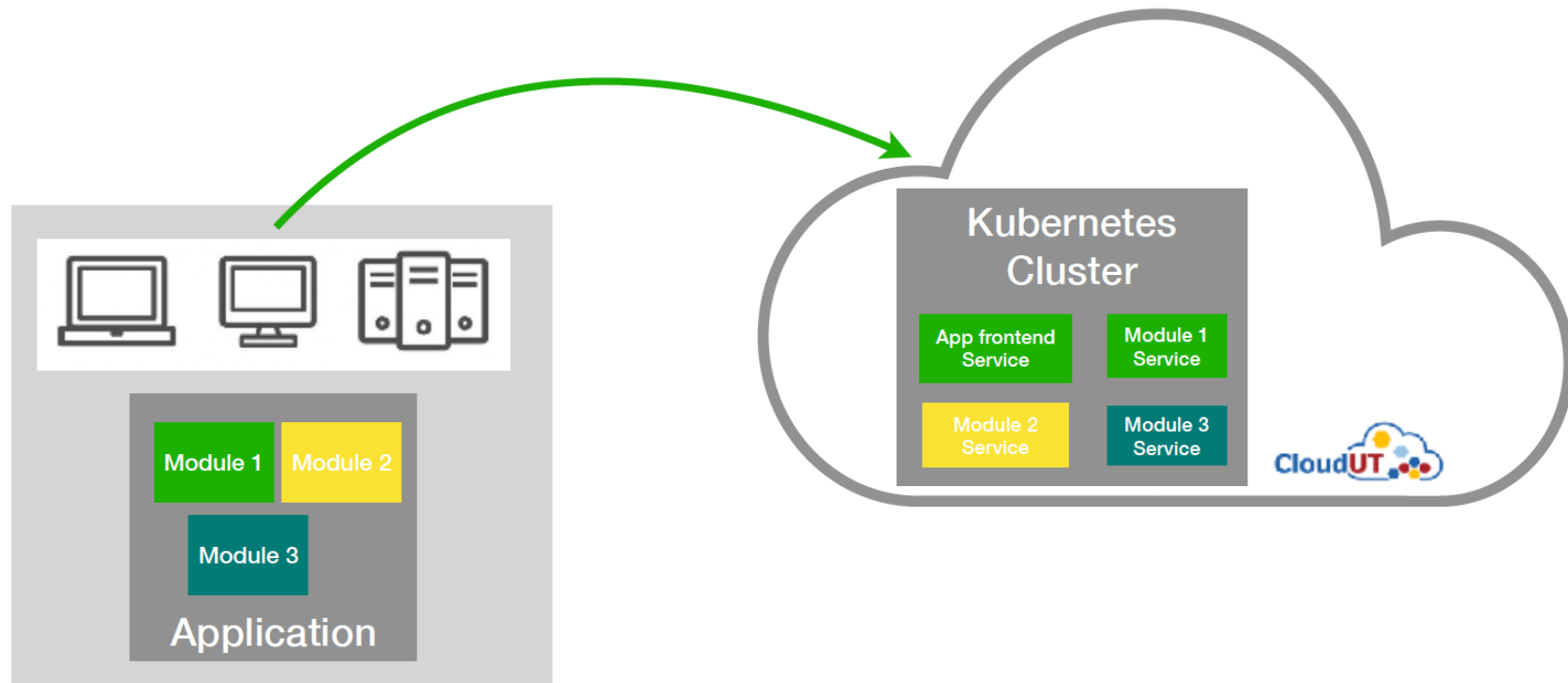
# Replatform

- O parte din funcționalitatea aplicației se implementează sub formă de servicii Cloud
- (+) Se obțin avantaje din scalabilitatea oferită de Cloud
- (-) Procesul de migrare este mai dificil



# Refactoring / Re-architecturing

- Se re proiectează aplicația pentru a obține avantajele oferite de Cloud
- (+) Se mărește scalabilitatea, flexibilitatea și performanțele oferite de tehnologia Cloud
- (-) Este varianta cea mai dificilă de migrare. Necesită expertiză Cloud



# Aplicații și servicii

---

- **Subiecte științifice**

big data, deep learning, IOT, simulare complexă, proiectare asistată de calculator.

- **Domenii tehnice**

arhitecturi distribuite, calcul paralel, date masive, arhitecturi flexibile, virtualizare, servicii cloud, date deschise sau alte direcții în domenii tehnice precum mecanică, construcții, electrice, electronică, automate, calculatoare, arhitectură etc.

- **Tehnologii**

noduri HPC, noduri de orchestrare și virtualizare, noduri de calcul intensiv și procesare grafică, noduri de stocare a datelor, platforme de simulare și proiectare asistată (Matlab, Ansys, PyTorch, Dockers, Kubernetes etc).



# Aplicații și servicii

---

- Serviciu de prelucrare a datelor spațiale folosind tehnici de analiză vizuală
- Învățare profundă pentru vederea artificială folosind PyTorch și Matlab
- Soluții pentru virtualizarea GPU în arhitectura CloudUT
- Serviciu de colectare și analiză a datelor IoT
- Găzduire Web ca serviciu
- Sistem de gestionare și distribuție a procesării datelor în rețele de mașini virtuale
- Platformă avansată de simulare folosind Ansys
- Repository privat de containere pentru infrastructura CloudUT
- Aplicații și servicii pentru management, monitorizare, ticketing și administrare eficientă



# NEARBY@CloudUT

- **Context de utilizare**

- Procesarea și analiza datelor multidimensionale din imagini astronomice
- Dezvoltarea unor aplicații folosind API-ul oferit

- **Obiective**

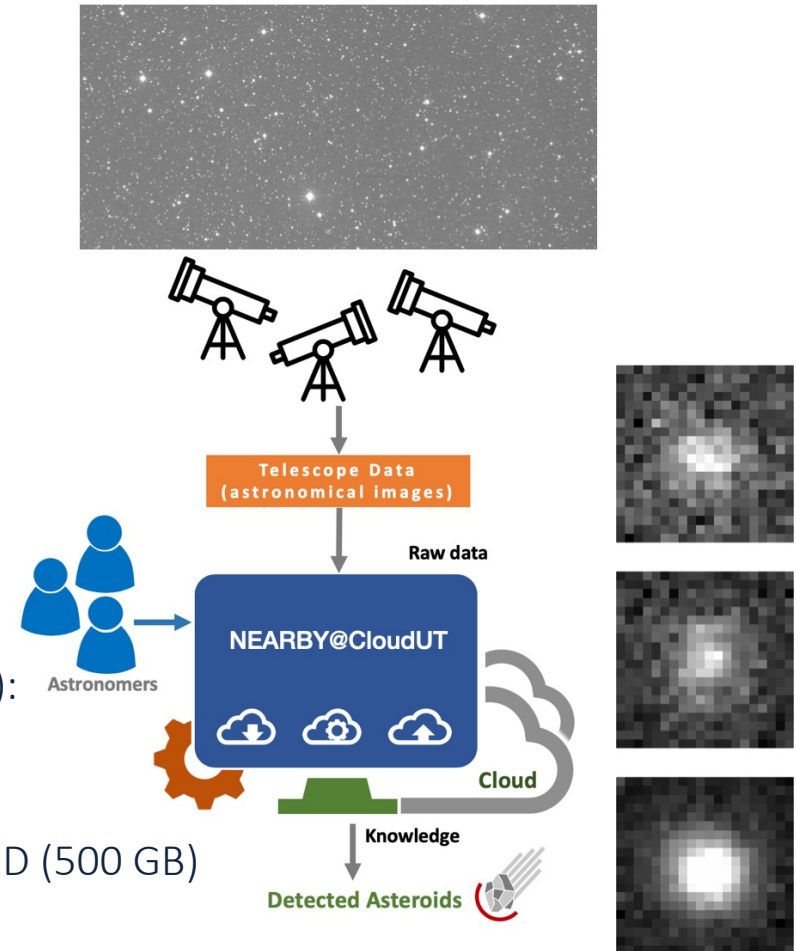
- Procesarea și analiza datelor multidimensionale
- Analiza vizuală a imaginilor procesate
- Descrierea flexibilă a secvenței de procesare
- Procesarea datelor pe Cloud

- **Cerințe tehnice și tehnologice**

- Deploy: Docker, Kubernetes, Rancher
- Pachete software (vor fi instalate în imaginile Docker):  
Astropy, SExtractor, Scamp, Swarp, etc.
- Limbajul de programare: Python
- Resurse necesare: CPU (6 core-uri), RAM (64 GB), HDD (500 GB)

- **Scenarii de utilizare**

- API (dezvoltatorilor de soluții software)
- Aplicație (utilizatorilor de bază, astronomi)



**Victor Bâcu**, Departamentul Calculatoare, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca



# Matlab în CloudUT

- **Matlab:** oferă suport pentru calcul numeric, simulări, procesări de imagini, inteligență și viziune artificială, etc.
- **Scalabilitate:** Creșterea vitezei în Matlab - proporțională capacitatea de lucru a mașinii.
- **Modalitatea de lucru în CloudUT:** Dezvoltare aplicații pe mașini virtuale cu mediul MATLAB instalat și cu acces la resurse hardware din cloud: nuclee CPU, GPU, RAM.
- **Învățarea profundă:** Matlab oferă suport pentru definire, antrenare și predicție cu rețele neuronale folosind tehnici de calcul paralel.
- **Aplicații testate:**
  - Recunoașterea cifrelor
  - Segmentarea semantică
- **Configurații de test:** 1. Mașină virtuală în CloudUT, 32GB GPU, 8 nuclee CPU@2.1GHz, 128GB RAM; 2. Server local, 12GB GPU, 20 nuclee CPU@4GHz, 128GB RAM
- **Factorul de creștere a vitezei de antrenare pentru rețelele neuronale:**
  - Seturi de date mici & modele simple cu consum redus de GPU:  $\approx +50\%$
  - Seturi de date mari & modele complexe cu consum ridicat de GPU:  $\approx +130...200\%$



Ion Giosan și Cristian Vancea, Dep. Calculatoare, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca



# Deep Learning în PyTorch

- **Utilizare infrastructură** CloudUT în aplicații care necesită:
  - calcul GPU masiv pentru probleme de învățare profundă
  - spațiu de stocare (aplicațiile de învățare profundă au nevoie de colecții mari de imagini adnotate pentru a antrena modele cu performanțe ridicate).
- **Pregătire aplicație** pe mașina locală (placă grafică NVIDIA GeForce RTX 2080 Ti/PCIe/SSE2 cu 11GB memorie)
- **Portare aplicație** în CloudUT. NVIDIA V100 Q cu 32GB memorie.
- **2 cazuri de utilizare:** (1) aplicație de recunoaștere a scrisului de mână și (2) segmentarea semantică – utilizând PyTorch.

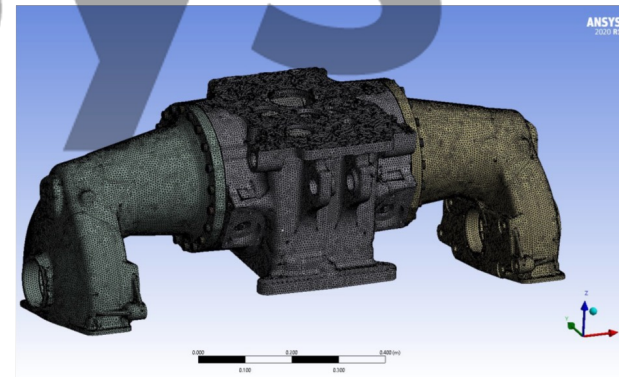
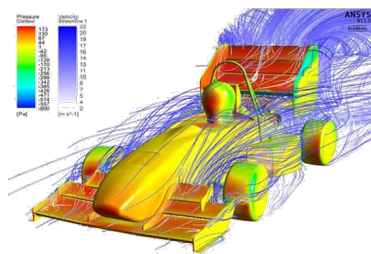
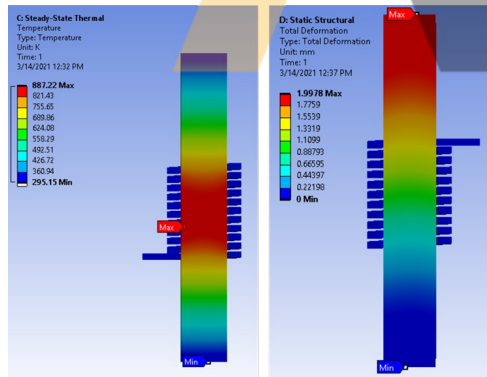
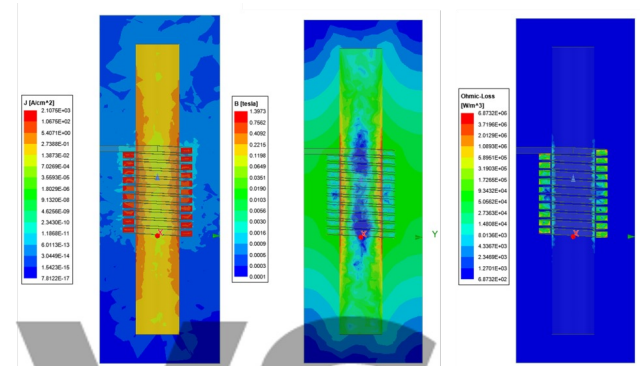
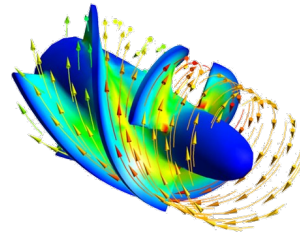
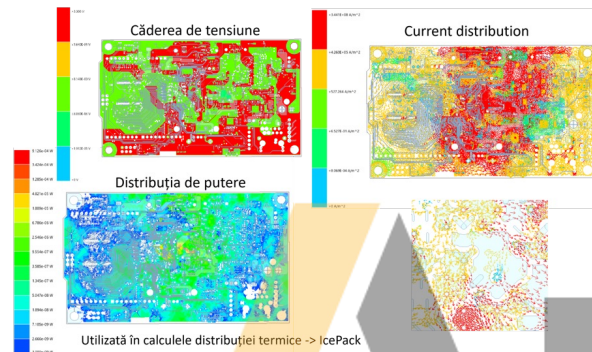


Raluca Brehar, Departamentul Calculatoare, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca



# Ansys - Platformă de simulare (1)

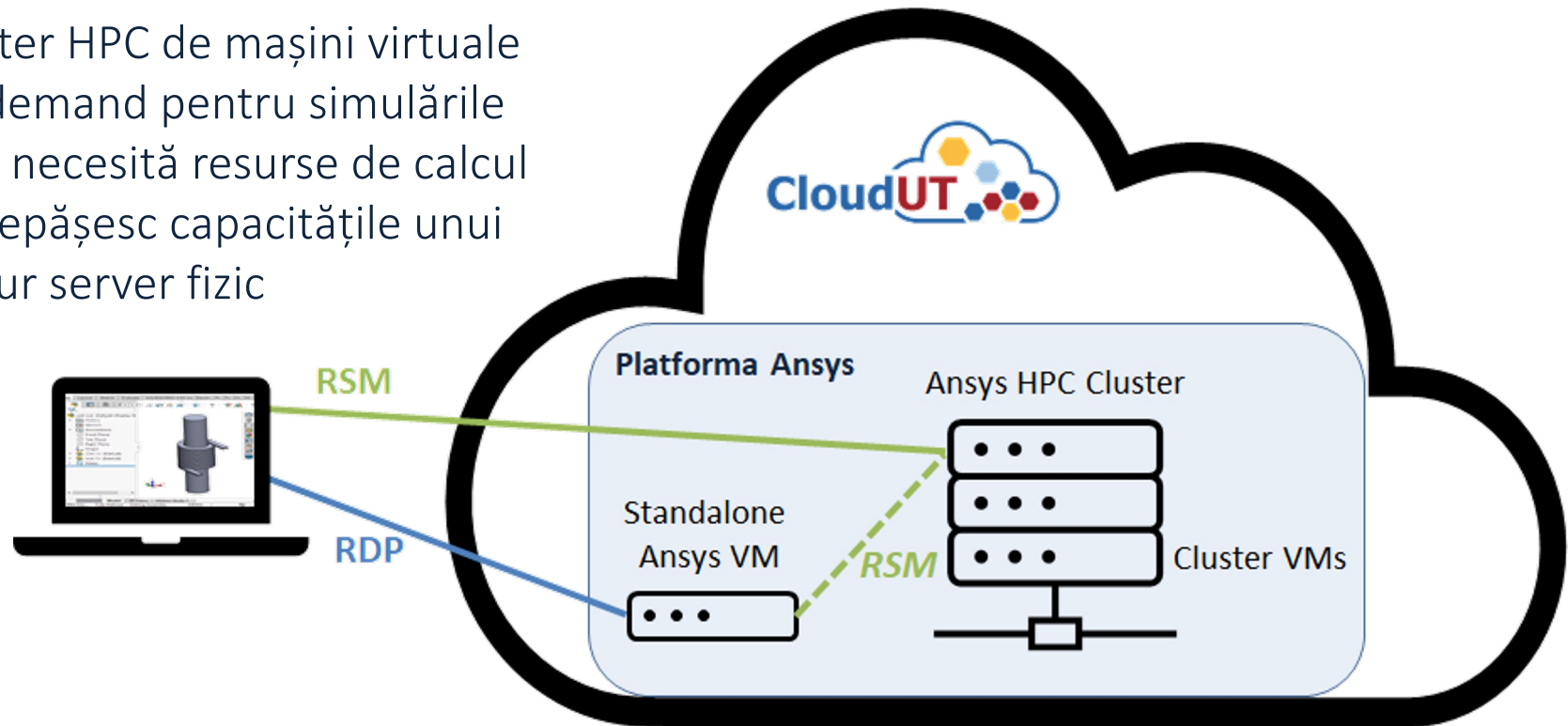
- Rularea simulărilor Ansys în Cloud, folosind accelerare GPU (accelerarea calculelor și accelerarea trasării grafice)



**Adrian Sabou** ([adrian.sabou@cs.utcluj.ro](mailto:adrian.sabou@cs.utcluj.ro)), **Adrian Bojiță** ([adrian.bojita@ethm.utcluj.ro](mailto:adrian.bojita@ethm.utcluj.ro)),  
**Laurențiu Chiorean** ([laurentiu.chiorean@staff.utcluj.ro](mailto:laurentiu.chiorean@staff.utcluj.ro)) - Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

# Ansys-Platformă de simulare (2)

- Mașină virtuală standalone on-demand (accesibilă prin Remote Desktop Protocol sau Ansys Remote Solve Manager)
- Cluster HPC de mașini virtuale on-demand pentru simulările care necesită resurse de calcul ce depășesc capacitățile unui singur server fizic

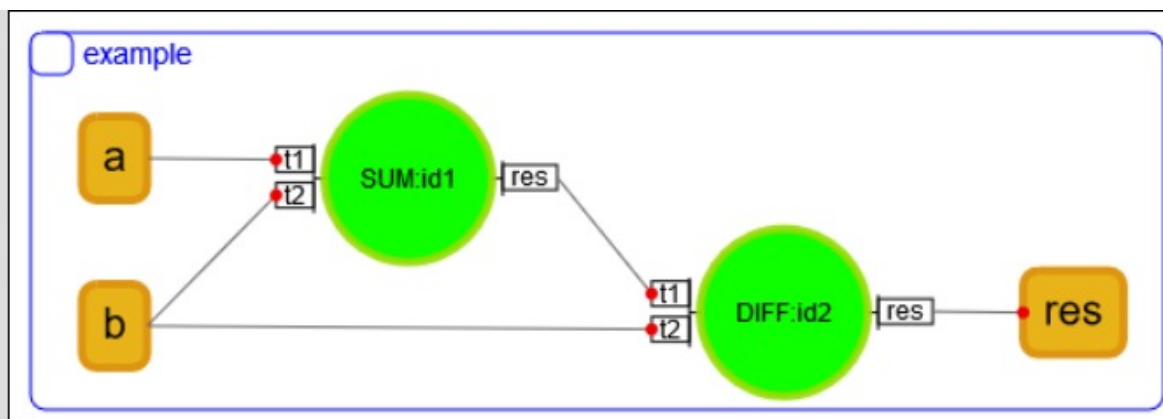


**Adrian Sabou** (adrian.sabou@cs.utcluj.ro), **Adrian Bojiță** (adrian.bojita@ethm.utcluj.ro),  
**Laurențiu Chiorean** (laurentiu.chiorean@staff.utcluj.ro) - Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

# Prelucrarea paralelă a fluxurilor de date (1)

- Sistemul propus oferă acces la o soluție de calcul performant pentru prelucrări complexe de date sau pentru prelucrarea datelor masive
  - Destinat colectivelor de cercetare din Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
  - Permite reprezentarea prelucrărilor ca fluxuri de date
    - Model: noduri, conexiuni și porturi de intrare/ieșire
  - Interfață grafică pentru definirea topologiei fluxurilor
    - Limbaj simplu de descriere (bazat pe liste de operații cu parametri)
    - Reprezentare grafică a topologiei
  - Nodurile fluxurilor: instanțe ale unor operatori predefiniți

```
1 flow: example
2   inputs Integer a,b
3   outputs Integer res
4
5   [ a, b ] SUM:id1 [ p ]
6   [ p, b ] DIFF:id2 [ res ]
7 endflow
8
9
10
```



**Constantin Nandra, Victor Bâcu** (Dep. Calculatoare) - Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

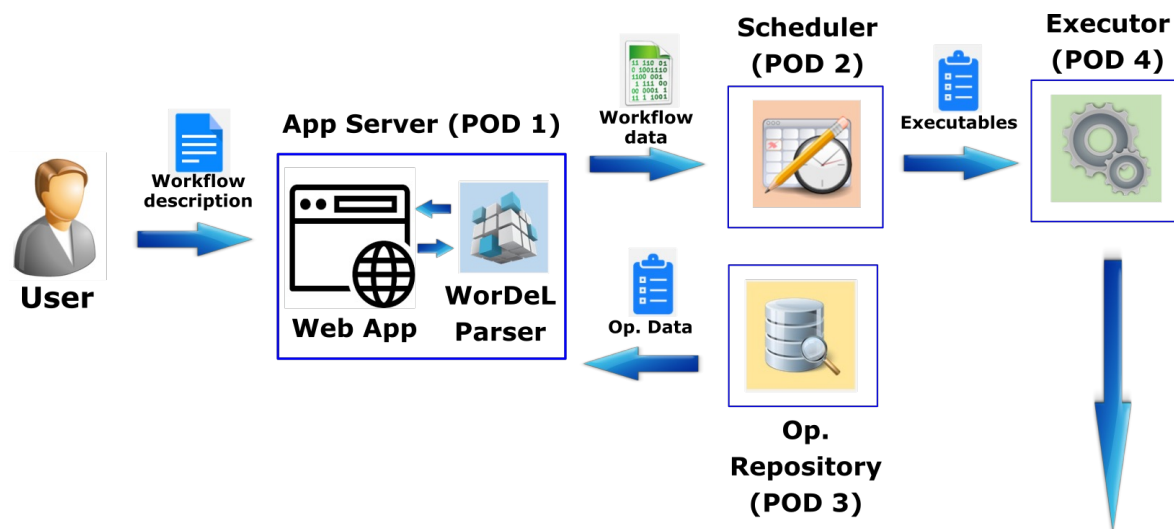


# Prelucrarea paralelă a fluxurilor de date (2)

- Sistemul permite definirea, execuția și monitorizarea fluxurilor de date în cadrul unei rețele de noduri de lucru.
  - Componentele principale → încapsulate în containere Docker
  - Pregătire cluster Kubernetes cu pod-uri pentru toate componentele sistemului
  - Scalabilitate -> prin modificarea numărului de pod-uri de tip Worker

## Exploatare parallelism:

- În structura fluxului
- Aplicarea repetitivă a fluxului pe sub-seturi de date

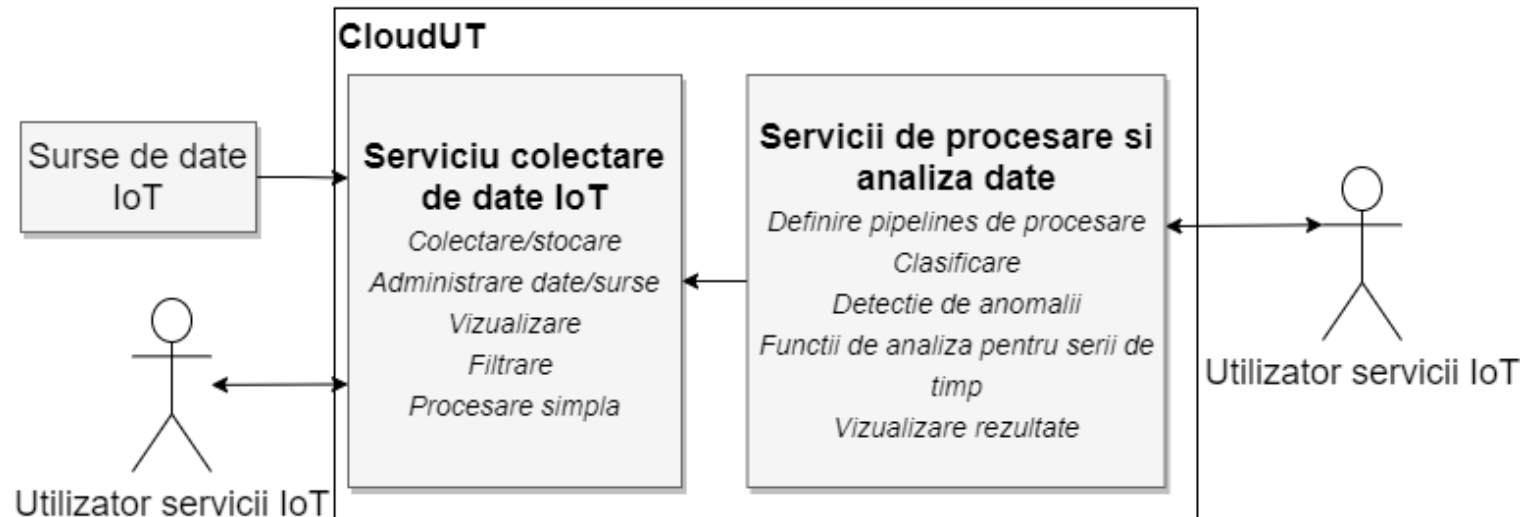


## Utilizarea sistemului:

1. Definire fluxuri → local
2. Trimitere descriere flux + date
3. Monitorizare execuție → starea nodurilor
4. Descărcarea fișierelor rezultate



# Servicii IoT în CloudUT



- Obiectiv: set integrat de servicii pentru colectarea, stocarea și analiza datelor provenite de la dispozitive IoT, publicabil în CloudUT
- Date intrare: rețele de senzori/dispozitive IoT
- Scopul final: infrastructura suport pentru proiectele de cercetare care implică task-uri de monitorizare

- Surse de date eterogene
- Multiple scenarii de monitorizare
- Model de date standard
- Preprocesarea, analiza datelor și vizualizarea datelor (detectie de anomalii, învățare automată)

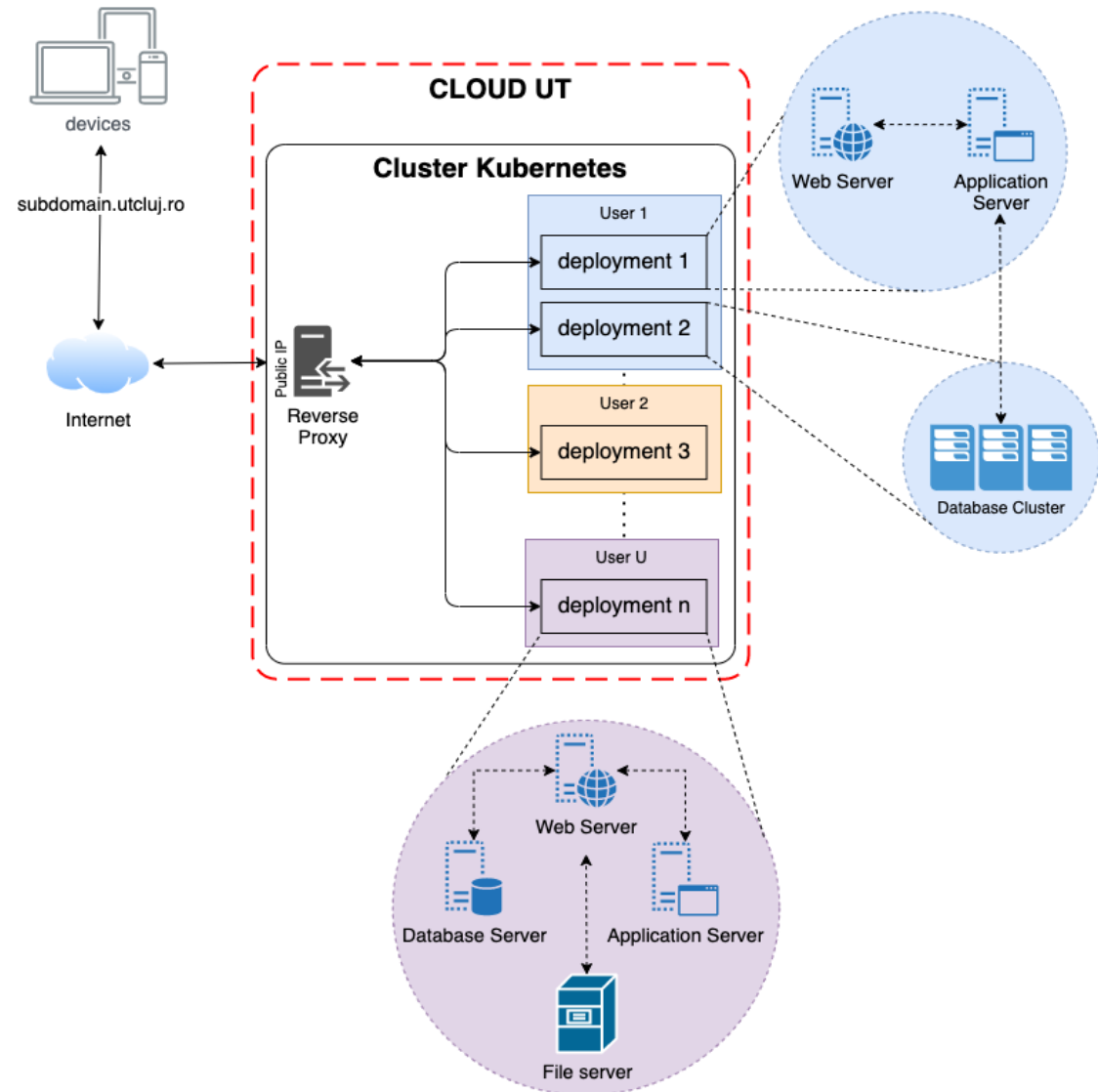
Anca Hangan, Departamentul Calculatoare, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca





# Web Hosting as a Service (1)

- Modalități principale de găzduire a aplicațiilor Web în CloudUT
  - mașină virtuală dedicată
  - Web Hosting as a Service (WHaaS)
- Avantaje WHaaS
  - utilizare mai eficientă a resurselor, agilitate în alocare / dealocare, evitarea blocării unor resurse pentru anumite conturi
  - scalabilitate orizontală rapidă și performantă
  - nivel de securitate mult mai ridicat



# Web Hosting as a Service (2)

---

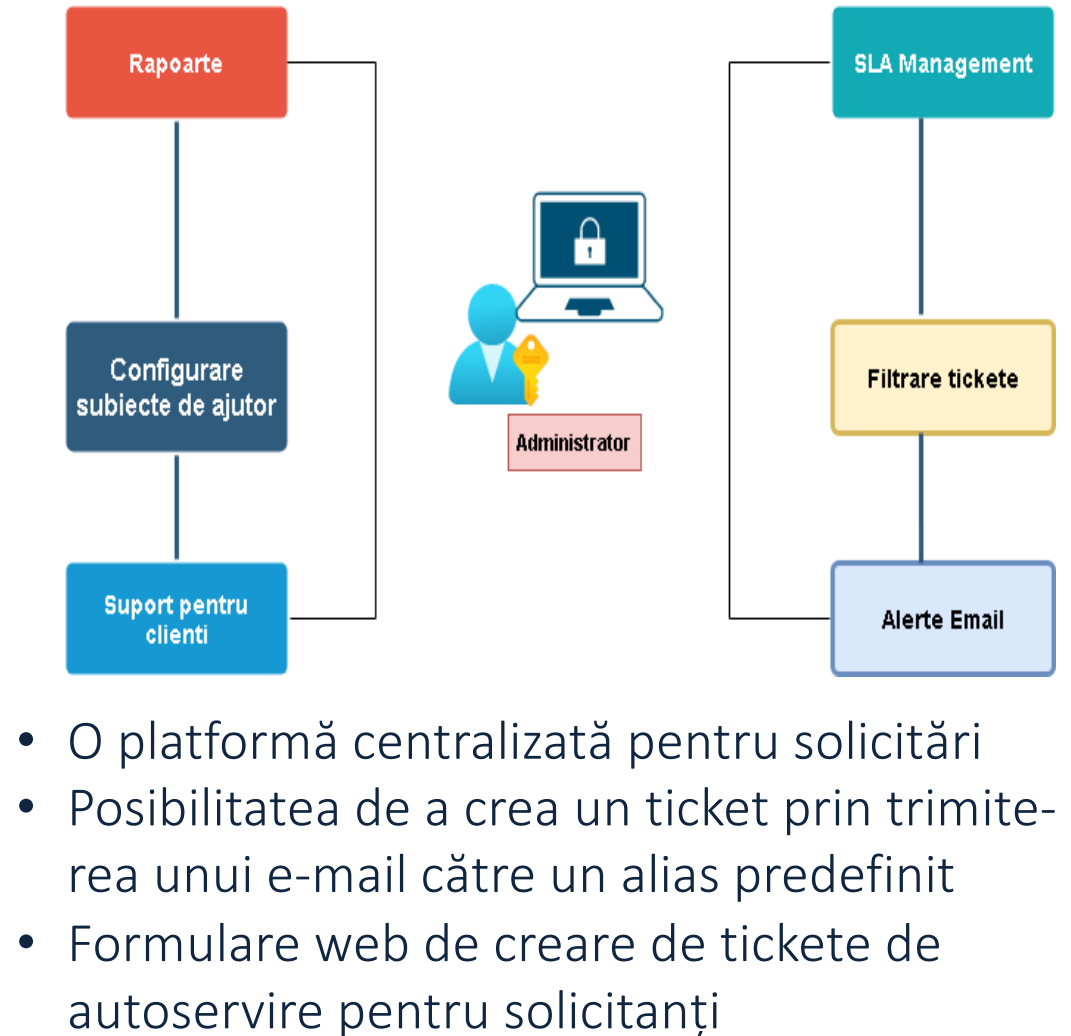
- Avantaje WHaaS (cont.)
  - configurare realizată de către administratori într-o foarte mare măsură: sistem de operare, server/container web, motor de bază de date și chiar aplicație web
- Scenarii de implementare WHaaS
  - aplicații complet configurate  
ex. PhpMyAdmin, Wordpress, Joomla
  - medii de execuție standardizate, aplicații personalizate  
ex. Apache + Php + MariaDB, Tomcat + MongoDB
  - medii de execuție complet personalizate

**Teodor Ștefănuț, Victor Bâcu, Adrian Sabou, Constantin Nandra,**  
Departamentul Calculatoare, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca



# Sistem de Ticketing

- Comunicarea eficientă între utilizatori și experții CloudUT
- Cererea de resurse în infrastructura CloudUT
- Soluționarea problemelor apărute în cadrul utilizării resurselor (VMs) și aplicațiilor în cadrul infrastructurii CloudUT
- Suport pentru beneficiarii din cadrul acestui proiect
- Dezvoltarea activităților specifice organizației, reducând costurile și îmbunătățind timpii de lucru prin rezolvarea tichetelor

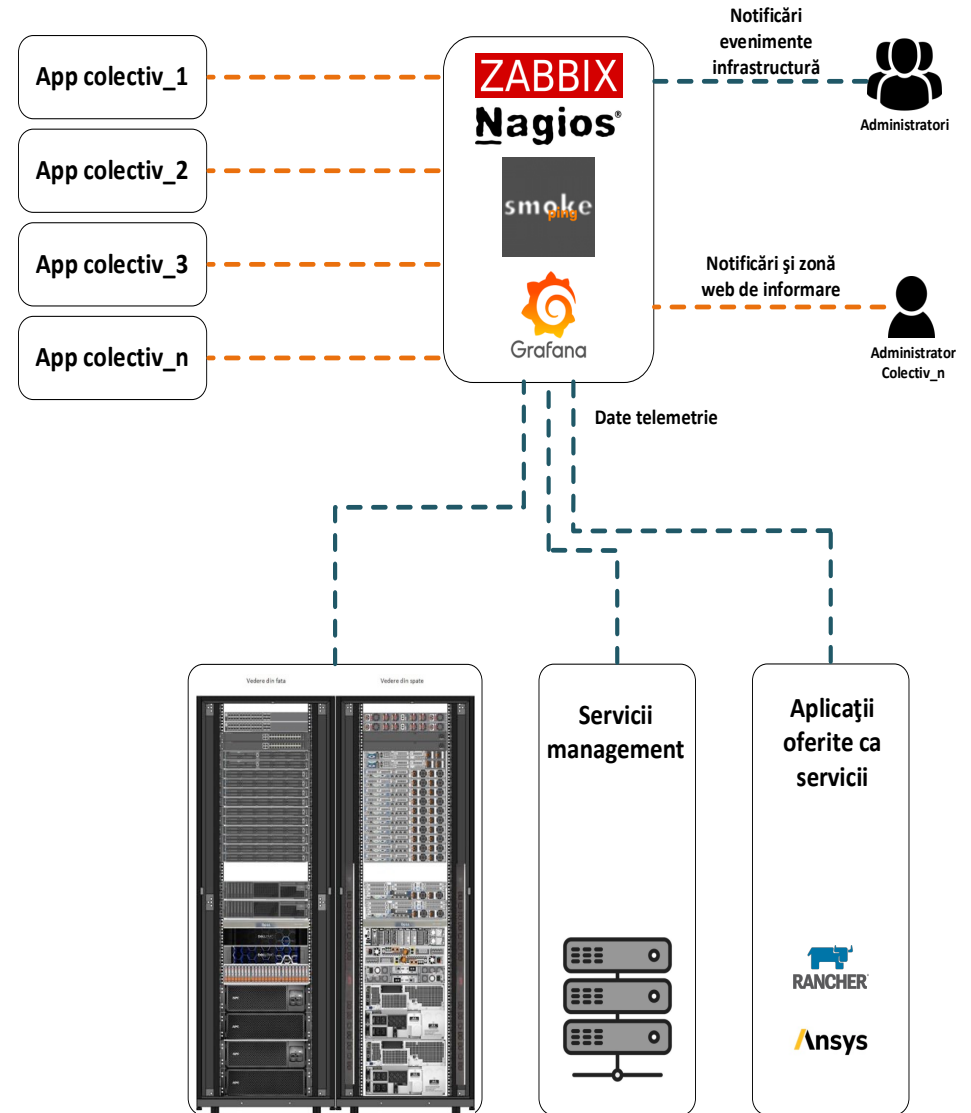


**Catalin Petruți, Claudiu Iakkel, Robert Botez, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca**



# Sistem de monitorizare

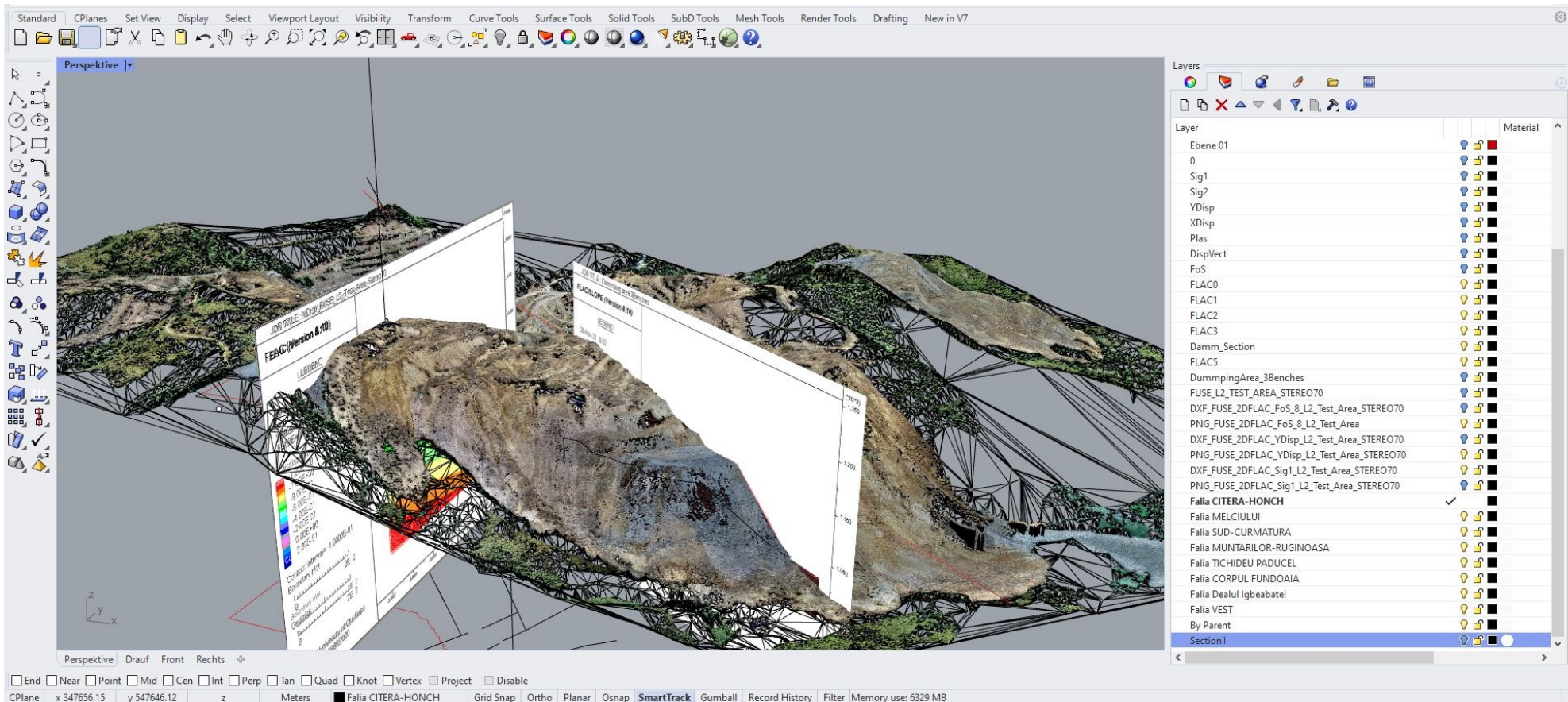
- Monitorizarea în timp real a resurselor infrastructurii CloudUT
- Monitorizarea detaliată a echipamentelor hardware
- Monitorizarea stărilor de funcționare și parametrii de utilizare a serviciilor oferite beneficiarilor CloudUT
- Notificarea și alertarea administratorilor CloudUT în caz de evenimente critice
- Monitorizarea granulată a aplicațiilor beneficiarilor cu scop informativ
- Crearea de rapoarte periodice



**Catalin Petrutu, Claudiu Iakkel, Robert Botez**  
*Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca*



# Proiectul GoldenEye



Proiectul GoldenEye (Acțiuni inovatoare H2020). Procesarea modelului 3D al zăcământului de steril rezultat în urma extragerii cuprului din perimetrul minier Roșia Poieni (<https://www.goldeneye-project.eu>).

# Propuneri de proiecte

---

- Propuneri de proiecte
  - Infrastructura de calcul CloudUT
  - Resurse HPC, Configurație virtualizabilă
  - Platforma EERIS (<https://eeris.eu/ERIF-2000-000V-2139>)
- Publicații → Acknowledgement  
(<https://cloudut.utcluj.ro/cloudut-politici-de-utilizare/>)

# Concluzii

---

- *Virtualizarea și configurarea flexibilă* a elementelor de procesare (ex., CPU, GPU, mașini virtuale) și a elementelor de stocare masivă a datelor este una dintre cerințele principale.
- O cerință importantă în acceptarea și utilizarea eficientă a infrastructurii CloudUT în cercetarea interdisciplinară este furnizarea continuă de *consultanță științifică, tehnică și tehnologică* de către Centrul CloudUT.
- Utilizarea CloudUT în activitatea și în proiectele de cercetare poate aduce *beneficii* foarte mari științifice, tematici, consorții și în șansele de finanțare.



UNIUNEA EUROPEANĂ



Instrumente Structurale  
2014-2020

## CeS-UTCN - Excelența Științifică și Specializare Inteligență prin crearea unui Centru Suport dedicat facilitării accesului entităților publice și private la proiecte/competiții CD

Proiect cofinanțat din Fondul European de Dezvoltare Regională prin  
Programul Operațional Competitivitate



**VĂ MULȚUMESC PENTRU ATENȚIA ACORDATĂ!**

Prof.dr.ing. Dorian GORGAN  
dorian.gorgan@cs.utcluj.ro

