

## STUDIU DE CAZ

# Implementarea și dezvoltarea clusterului HPC la Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare Turbomotoare COMOTI



Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare Turbomotoare COMOTI este unul dintre cele mai vizibile și active institute de cercetare din România pe plan internațional.

INCD COMOTI a obținut numeroase medalii și diplome la saloanele internaționale de invenție de la Geneva și Bruxelles, participă la numeroase proiecte de cercetare europene de mare anvergură și dezvoltă colaborări cu parteneri de renume, precum General Electric, Institutul German de Aviație și Spațiu, GHH Rand, MTU Aerongines, SNECMA, Centrul francez de cercetări aerospațiale (ONERA) sau Airbus.

INCD COMOTI este singurul institut de cercetare din România care acoperă complet palierul de activități de cercetare-dezvoltare-inovare, integrând activitățile de cercetare științifică, proiectare,

producție, experimentare, testare, transfer tehnologic și inovare în domeniul turbomotoarelor de aviație, motoarelor industriale cu turbină cu gaze și mașinilor paletate de turație înaltă.

## Context economic

Pentru a-și dezvolta capacitatea de cercetare, INCD COMOTI a investit în perioada 2005-2006 în achiziționarea și dezvoltarea unui sistem de calcul paralel de înaltă performanță, de tip High Performance Computing (HPC), capabil să susțină platformă ANSYS și soluțiile NUMECA utilizate pentru realizarea analizelor computerizate a dinamicii fluidelor (Computațional fluid dynamics - CFD). Clusterul HPC a fost dezvoltat pe o arhitectură bazată pe procesoare Itanium, o alegere





justificată la acel moment din punct de vedere al puterii de procesare. Problemele de compatibilitate apărute în timp ca urmare a evoluțiilor tehnologice ulterioare au însă afectat capacitatea de procesare a clusterului.

*"La aproape 5 ani de la darea în funcțiune a clusterului HPC, am ajuns în situația în care, de exemplu, actualizările platformei ANSYS nu mai erau compatibile cu procesoarele pe care le utilizam. Practic, eram în urmă cu 2-3 versiuni, ceea ce ne limita accesul la funcționalitățile din platformă și ne scădea viteza de lucru, nemaiputând astfel să uilizăm întreaga putere a sistemului. În paralel, nu mai beneficiam nici de suport, iar soluția realizării unei distribuții ANSYS dedicate pentru procesoarele Itanium ar fi presupus costuri foarte mari."*

**Dr. ing. Bogdan Gherman, director științific adjunct INCD COMOTI, Șeful Departamentului calcul gazodinamic și unul dintre promotorii și susținătorii inițiativei HPC în cadrul institutului.**



## Dezvoltarea unui nou proiect HPC

În aceste condiții, INCD COMOTI a luat decizia demarării unui nou proiect HPC în 2012-2013. Pe baza experienței acumulate anterior, noua alegere tehnologică a fost făcută punându-se accentul nu doar pe puterea de procesare, ci și pe asigurarea unei compatibilități extinse a acesteia, respectiv a unei durate de utilizare îndelungate. De asemenea, Institutul a urmărit asigurarea unui nivel superior de scalabilitate a infrastructurii HPC, care să permită adăugarea în mod flexibil de noi noduri de calcul. Pentru atingerea acestor obiective, institutul au elaborat un Caiet de sarcini detaliat și au lansat o licitație publică care a fost câștigată de compania PRO SYS, unul dintre principalii furnizori de sisteme de calcul de înaltă performanță din România.

Oferta PRO SYS, bazată pe serverele TRUSTER, a devansat competiția prin raportul investiție / capacitate de lucru, prețul avantajos permițând INCD COMOTI să dezvolte rapid o infrastructură HPC performantă, pe care

a continuat să o extindă. (La momentul actual, institutul deține și operează un cluster cu 96 de core-uri de procesare, dintre care 20 au fost adăugate în urmă cu trei ani.)

## Relația cu partenerul de implementare

Competențele și experiența PRO SYS în proiectele HPC au permis ca noua infrastructură de calcul paralel de înaltă performanță a INCD COMOTI să fie dată în funcțiune în mai puțin de o lună.

Specialiștii companiei au asigurat atât implementarea și configurarea nodurilor clusterului HPC, cât și operațiunile ulterioare de mentenanță. Configurațiile implementate au fost special concepute pentru a răspunde cerințelor specifice de performanță și capacitate solicitate în activitățile de cercetare derulate de INCD COMOTI. Totodată, PRO SYS a identificat pus în aplicare soluții care să permită institutului să reutilizeze și valorifice componentele de infrastructură existente (ca de exemplu echipamentele de electro-backup).



Ulterior finalizării proiectului, PRO SYS a realizat și un upgrade al componentei de networking a infrastructurii, asigurând parametrii de conectivitate necesari utilizării în condiții optime a clusterului (printr-o soluție Infiniband), precum și implementarea unei aplicații dedicate de management al arhitecturii HPC (Bright Cluster).

PRO SYS asigură și procesele de suport și mentenanță ale clusterului (instalarea noilor versiuni ale platformei ANSYS, rezolvarea problemelor de compatibilitate etc.), precum și dezvoltările ulterioare ale acestuia, ajutând astfel institutul să depășească problema resurselor interne specializate în domeniul HPC.

*“PRO SYS a contribuit major la reușita proiectului HPC, precum și la dezvoltarea acestuia, fiind un partener proactiv, care vine constant în întâmpinarea noastră cu soluții la obiect. În plus, prin faptul că beneficiem de suport permanent, realizăm economii de timp, efort și bani și avem garanția disponibilității și randamentului clusterului HPC. Specialiștii PRO SYS sunt prompti și dispuși să ne ajute dincolo de*

*cadrul contractual, au același nivel de competențe ca și furnizorii internaționali de soluții HPC și o mai bună înțelegere a nevoilor noastre pe zona de cercetare. Echipa PRO SYS este sudată și stabilă, iar faptul că putem lucra cu aceiași specialiști care au participat la dezvoltarea proiectului ne ajută să beneficiem de rezolvări rapide la orice solicitare, pentru că aceștia cunosc bine sistemul.”*

**Dr. ing. Bogdan Gherman, director științific adjunct INCD COMOTI**

#### Beneficiile obținute

Noua infrastructură de calcul paralel de înaltă performanță implementată și dezvoltată de PRO SYS a ajutat INCD COMOTI să își extindă participarea în proiectele internaționale de cercetare. În prezent, clusterul HPC reprezintă unul dintre principalele avantaje competitive ale institutului, care are o contribuție majoră în câștigarea a peste 50% de proiecte de cercetare pe zona CFD.

INCD COMOTI are o rețea extinsă de parteneri internaționali și și-a valorificat resursele HPC în proiecte precum **Clean Sky** – cel mai mare program de cercetare la nivel european în dezvoltarea de tehnologii inovatoare în domeniul reducerii emisiilor de gaze și a nivelului de zgomot produse de avioane – sau **TIDE**

(Tangential Impulse Detonation Engine), un nou concept de propulsie propus de COMOTI și bazat pe arderea explozivă a unui amestec combustibil de hidrogen și aer de presiune ridicată.

La aceste rezultate contribuie atât faptul că INCD COMOTI investește constant în dezvoltarea clusterului, cât și politica activă a institutului de pregătire a tinerilor cercetători și încurajarea acestora de a utiliza resursele HPC deținute.

*“Partenerii internaționali din proiectele de cercetare realizate cunosc competențele pe care le avem în domeniul HPC și performanța clusterului pe care îl deținem. Avem deja un capital de imagine în acest domeniu care ne ajută să valorificăm orice propunere de proiect pe care o primim.”*

**Dr. ing. Bogdan Gherman, director științific adjunct INCD COMOTI**

#### Extinderea proiectului

În mod curent, clusterul HPC implementat și dezvoltat de PRO SYS la INCD COMOTI are o capacitate de 96 de core-uri de procesare. Proiectul are o capacitate mare de extindere, inclusiv ca licențiere. 1.000 de core-uri pot fi acoperite de licențele NUMECA, iar 144 de licențele ANSYS, urmând ca numărul efectiv de

core-uri să fie suplimentat pe măsură ce vor crește nevoile institutului și vor apărea noi proiecte de cercetare care solicită capacitatea HPC.

Obiectivul echipei HPC din cadrul institutului este că, pe viitor, clusterul să ajungă la o capacitate de 500 de core-uri, devenind astfel cea mai mare infrastructură de calcul paralel de înaltă performanță operată de un institut CDI din România.

#### Palmaresul PRO SYS

În decurs de 3 ani, PRO SYS a instalat:

- Peste 100 noduri de procesare, dintre care 15 noduri hibride (cu peste 30 GPUs nVidia P100 și V100 în total, respectiv 145.000 CUDA cores);
- Peste 200 de procesoare (ceea ce cumulat înseamnă aproximativ 2.300 core-uri);
- Sisteme de stocare de peste 800 TB (cele mai multe ZFS+ sistem de fișiere paralele, specific soluțiilor HPC);
- O putere electrică totală de aproximativ 70kW.



PRO SYS SRL

B-dul Pache Protopopescu, nr.108, sector 2, București  
office@prosys.ro  
Tel/Fax: +(40) 21/252.42.32