

**S.C. IPA S.A.**  
**Sucursala CIFATT Craiova**



Societate comerciala pentru cercetare, proiectare si productie de echipamente si instalatii de automatizare

Str Stefan cel Mare Nr 12, Craiova, cod 200130, Tel / Fax: 0251 418882; 0251 412290; 0251 412775;  
e-mail: [office@ipacv.ro](mailto:office@ipacv.ro); web site: <http://www.ipacv.ro>

Sediul Central: Calea Floreasca Nr 169., Cod 014459, Sector 1, Bucuresti, Tel : 021 3161616; Fax : 021 3161620  
Inregistrare RC: J40/6202/1991, Cod Fiscal: RO1570298, Forma Juridica: SA, Capital social subscris si varsat: 203.777,4 lei

**STUDIUL PRIVIND INOVAREA PROCESULUI DE SIMULARE COMPUTERIZATA A REPERELOR,  
SUBANSAMBLELOR SI ANSAMBLELOR PRIN TRANSFER TEHNOLOGIC**

**BENEFICIAR: CAELYNX EUROPE SRL**

**ELABORATOR: ITT - IPA CIFATT SA**

**Echipa elaborare studiu:**

**Dinu Sorina, Cercetator gr III**

**Mihai Daniela, Cercetator gr III**

**Predescu Ciprian, Cercetator**

**Avizat Director ITT**

**Gabriel Vladut**



# Inovarea procesului de simulare computerizata a reperelor, subansamblelor si ansamblelor prin transfer tehnologic

## -RAPORT DE CERCETARE-

### I. INTRODUCERE

Progresul tehnologic si nevoia de a comprima cat mai mult timpul necesar punerii in practica a unui proiect, a dus la dezvoltarea exponentiala a conceptului de virtualizare, cu ajutorul caruia comportamentul unui reper, subansamblu sau ansamblu in conditii de exploatare date, poate fi prezis inainte de faza de prototip.

Necesitatea marilor companii de a iesi pe piata cu produse noi are la baza motive concurentiale, acestea cautand sa ofere clientelei produse care sa respecte doua cerinte majore: calitate si pret. Ambele cerinte pot fi astazi indeplinite intr-un grad cat mai mare utilizand virtualizarea, ceea ce duce la cresterea fiabilitatii produselor, precum si la diminuarea costurilor aferente proiectarii, testarii sau procesului tehnologic si de productie.

Virtualizarea testelor fizice reduce necesitatea executiei fizice a prototipului propus de o companie ceea ce implica reduceri de cost cu materiale, energie, matrițe, proces de fabricare. De asemenea timpul de obtinere a rezultatelor este mai scurt, implicit lansarea in piata a produsului este mai rapida. Virtualizarea testelor este mai prietenoasa cu mediul avand in vedere reducerea consumului de energie, lipsa deșeurilor și ambalajelor.

In intampinarea acestor nevoi, a venit logic dezvoltarea abrupta a programelor de simulare pe calculator. Programe ca Abaqus, Ansys, Nastran, LS-Dyna, etc. pot simula toata gama de incercari mecanice, fluide, electromagnetice, termice sau electrice.

Intrucat marile companii, in special din domeniile auto, aerospacial sau energetic nu pot face fata in totalitate volumului imens de simulare rezultat din rapida diversificare a productiei, acestea au apelat la serviciile unor companii mai mici, dar specializate in utilizarea programelor de simulare, companii care ofera asistenta incepand de la faza de concept a unui produs si pana la intrarea acestuia in procesul de fabricatie. Pentru a putea tine pasul atat cu cresterea complexitatii simularii cat si cu a diversitatii acesteia, a aparut conceptul HPC (High Power Computing), care permite prelucrarea unor cantitati enorme de date intr-un timp scurt, ducand astfel la cresterea puterii de calcul si, implicit, la micșorarea timpilor de testare si implementare a produselor.

In acest context Compania Caelynx Europe a aparut in anul 2008 in Craiova, Romania. Principala activitate a firmei este simularea computerizata a reperelor, subansamblelor si ansamblelor, in vederea asigurarii fiabilitatii in exploatare cerute de catre clienti.

Datorita complexitatii crescande precum si a extinderii ariei de simulare, devine stringenta nevoia de crestere a capacitatii de calcul virtual. Astfel, Caelynx Europe, pentru a putea tine pasul cu dinamica exponentiala a activitatii de simulare, are nevoie de cresterea capacitatii de prelucrare a datelor prin achizitionarea unor sisteme HPC modulare, capabile sa realizeze analize multiple utilizand paralelizarea proceselor de calcul prin organizarea acestora pe mai multe noduri si procesoare, in vederea atingerii termenelor din ce in ce mai stranse impuse de catre clienti.

Aceste sisteme vin si in ajutorul eficientizarii timpilor de lucru pentru inginerii nostri, prin posibilitatea ca acestia sa elimine timpii mortici cauzati de blocarea sistemului de calcul in vederea realizarii procesului de simulare. Astfel, utilizand HPC, specialistii nostri se pot dedica mai mult fazei de concept, putand realiza pregatirea mai multor modele gata de procesare, fara sa astepte terminarea unei anumite simulari.

## II. SITUATIA EXISTENTA PE PLAN INTERNATIONAL SI NATIONAL

Pe plan național există o „Strategie nationala de dezvoltare HPC pentru cercetare-dezvoltare 2007-2013” o „Strategia nationala de competitivitate 2014-2020” și o „Strategie natională de calcul stiintific avansat in perioada 2014-2020”.

In 2015, sub coordonarea ANCSI, in cadrul unui proiect cross-border Romania-Bulgaria, se realizeaza „Strategia de dezvoltare economica și socială a regiunii transfrontaliere România-Bulgaria, prin inovare”.

Strategia a fost realizată în cadrul proiectului RINNO - Un model de întărire a beneficiilor cooperării regionale transfrontaliere dintre România și Bulgaria, prin CD&I și reprezintă viziunea Consiliului RINNO asupra rolului inovării în dezvoltarea economico-socială a regiunii transfrontaliere Ro-Bg, precum și o selecție de alternative strategice dintre cele mai adecvate de acțiune în lumina rezultatelor studiilor și a documentelor naționale din România și din Bulgaria analizate, precum și de la nivel European, vizând inovarea.

Strategia propune o viziune a dezvoltării regionale transfrontaliere, a creșterii competitivității prin inovare și transfer tehnologic în perspectiva următorilor 15 ani, cu obiective care transced durata ciclurilor electorale și preferințele politice conjuncturale.

Toate aceste strategii au ca scop:

- Crearea unui centru mobil High Performance Computing HPC, cu putere de calcul, sub coordonarea ANCSI, care sa deserveasca unitatile si colectivele de cercetare, in principal cele cu cooperari cross-boder.
- Interconectarea centrelor HPC in institute de cercetare-dezvoltare si universitati intr-o retea nationala de calcul stiintific avansat, obiectiv realizat prin intermediul Retelei Nationale pentru Educatie si CercetareRoEduNet, operata de AARNIEC, agentie aflata in subordinea Ministerului Educatiei Nationale
- Dezvoltarea retelei nationale de centre HPC existente si crearea de centre noi, in masura in care acestea sunt necesare pentru satisfacerea cerintelor crescande din domeniul cercetari stiintifice si pentru racordarea la marile colaborari europene si internationale. Centrele de resurse HPSC din tara sunt localizate in institutiile cu traditie in calculul stiintific si/sau stiinta calculatoarelor. Disponand de personal de operare calificat si de infrastructuri suport care pot fi modernizate cu costuri minime, unele din aceste centre pot fi candidate pentru gazduirea de supercomputere. Pentru edificarea, pe baza acestor resurse, a unui sistem integrat care sa furnizeze servicii comunitati internationale din cercetare si educatie s-a elaborat de catre AARNIEC si asociatia ARCAS propunerea de proiect Integrated System of Advanced Computing Services for Academic and Research Community (ISAxARC).
- Sustinerea directiilor principale de cercetare in domeniile stiintifice majore care necesita suport HPC pentru modelare si simulare numerica, cum sunt Fizica Computationala, Chimia Computationala, Astronomia si Astrofizica, Stiintele Vietii (inclusiv Bioinformatica), Stiintele Mediului. Conform rezultatelor studiului realizat in 2011 sub coordonarea ANCS prin consultarea grupurilor de cercetare din tara cu activitati HPC, aceste domenii reprezinta principalii beneficiari ai calculului stiintific de inalta performanta in Romania. Rezultate similare au fost furnizate la nivel UE de un studiu realizat in cadrul PRACE[4] privind distributia pe domenii stiintifice a puterii de calcul consumate in supercomputerele europene, care este dominata de Fizica Computationala (particule, materie condensata, plasma), cu 40%, urmata de Chimia Computationala (22,1%), Dinamica Fluidelor (8,6%),

Modelarea Pamantului si a Atmosferei (7,8%), Astronomie si Cosmologie (5,8%), StiinteleVietii (5,3%), etc.

- Asigurarea suportului HPC pentru proiectele de cercetare de anvergura, desfasurate pe termen lung, la care Romania participa in baza unor acorduri sau conventii internationale, cum sunt colaborarile legate de experimentele efectuate la LHC (Large Hadron Collider) - CERN [5], proiectul ELI-NP (Extreme Light Infrastructure – Nuclear Physics) [6], experimentele de la FAIR-GSI (Facility for Antiproton and Ion Research) [7], proiectul ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) [8] din cadrul programului EURATOM pentru fuziune nucleara, etc.
- Intarirea rolului comunitatii stiintifice din cercetare si educatie in coordonarea la nivel national a activitatii HPSC, prin crearea unui cadru organizatoric si institutional adecvat pentru promovarea și dezvoltarea metodelor computationale avansate în cercetarea stiintifica, precum si pentru realizarea unei infrastructuri suport sustenabile. Prin aceasta se urmareste reprezentarea directa si coerentă la nivel national a intereselor profesionale ale furnizorilor si beneficiarilor resurselor si serviciilor de calcul avansat destinate cercetării stiintifice.
- Organizarea unei retele nationale de competenta pentru evaluarea aplicatiilor software si alocarea timpilor de calcul, compusa din cercetatori activi in diferite domenii stiintifice si cu experienta in HPSC. Acestia vor elabora, printre altele, norme privind analiza scalabilitatii si portabilitatii aplicatiilor si vor realiza studii de optimizare a acestora in vederea rularii in infrastructura nationala HPC.
- Firmele își vor crea propriile structuri de inovare și cercetare sau numai interfețe care le vor asigura integrarea în sisteme deschise de inovare, precum și participarea la centre de competență sau platforme tehnologice.
- Universitățile și institutele de cercetare vor dezvolta structuri proprii prin care vor valoriza cunoașterea și vor asigura transferul acesteia în produse și servicii inovative.
- Conectarea la parteneriatele europene privind infrastructura de calcul de inalta performanta pentru cercetare-dezvoltare, cum este PRACE[9]. In acest sens, Unitatea Colectiva de Cercetare pentru HPC si Supercomputing, prin intermediul careia Romania participa la proiectul PC7 HP-SEE [10], a contribuit la realizarea unei infrastructuri de calcul de inalta performanta in Europa de Sud-Est menita sa devina o interfata pentru PRACE.

Cum am descris mai sus există o strategie nationala de dezvoltare in domeniul High Performance Computing HPC. Această strategie este orientată mai mult către domeniul academic si este dedicată cercetării științifice.

Compania CaelynX Europe deși este o companie privată de inginerie dedicată cercetării aplicate în industrie, se incadrează în strategia menționată. La nivel national există putineastel de companii printre care INAS, Tensor, ISKO, TATA Technologies. Compania CaelynX Europe are prezență la nivel național, având un portofoliu de clienți ce includ companii ca Marquard, Timken, Tata technologies, Draexlmaier, Fritzmeier. La nivel internațional avem clienți din Germania - BE Aerospace, Irlanda – Product IQ, SUA – China Tool, Summit Polymers, Karma Automotive, AxleTech, Tesla.

### **III. PROCESE DE SIMULARE SPECIFICE CAELYNX EUROPE**

Din punct de vedere al resursei umane, CaelynX Europe poate efectua toate tipurile de analiza numerica, din orice domeniu in care aceasta are aplicabilitate, singura limitare fiind cauzata de capacitatea de calcul. În functie de complexitatea modelelor si a tipului de analiza, rezolvarea acestor proiecte se poate face utilizandcapacitatile de calcul existente, sau apeland la solutiicloudceace presupune generarea de cheltuieli suplimentare.

Capabilități de analiză numerică existente:

- Analiză structurală statică: 1.5 milioane nr maxim de grade de libertate
- Analiză structurală dinamică: 2 milioane nr maxim de grade de libertate
- Analiză crash: 5 milioane nr maxim de grade de libertate
- Analiză de vibrații: 1.5 milioane nr maxim de grade de libertate
- Analiza de dinamica fluidelor – CFD: max. 10 milioane elemente de volum
  - o Regim staționar
  - o Regim nestaționar
  - o Mediu incompresibil
  - o Mediu compresibil
  - o Modele de turbulență de tip RANS
- Analiza termică (transfer de căldură): 5 milioane nr maxim de grade de libertate
- Analiza electro-magnetică, magneto-statică: 1.5 milioane nr maxim de grade de libertate
- Analiza acustică: 1.5 milioane nr maxim de grade de libertate

Capacitățile de care dispune Caelyn Europe pentru analiza numerică sunt următoarele:

- 1 mașină de calcul cu sistem Linux, 96 Gb RAM, 16 core;
- 1 mașină de calcul cu sistem Linux, 128 Gb RAM, 28 core.

Cu ajutorul acestor capacități se pot rezolva modele mici și medii (maxim 2 milioane de noduri) pentru analiza structurală (statică, dinamică, vibrații), precum și analize de dinamica fluidelor - CFD (cca 10 milioane de noduri), în regim staționar. Cu toate acestea, chiar și pentru modelele medii, timpul de procesare este foarte mare. De exemplu, o analiză CFD care simulează curgerea aerului în regim staționar în habitacul unui autoturism și care utilizează un model de cca 10 milioane de noduri, este de aproximativ 8 ore, folosind 28 core. Același model, rulat pe un sistem HPC multi nod cu 60 core, este rezolvat în aproximativ 1 ora.

În ceea ce privește analiza structurală care implică modele de peste 2 milioane de noduri, sau analiza de dinamica fluidelor în regim staționar cu peste 10 milioane de noduri, capacitățile existente fac foarte greu sau deloc. De asemenea, o analiză de dinamica a fluidelor în regim tranzitoriu poate fi procesată în aproximativ 4 zile (96 de ore) utilizând 28 core, pe când folosind un sistem HPC durata de procesare se reduce la câteva ore. De asemenea, simulările încercărilor de securitate pasivă în domeniul auto, cum ar fi protecția ocupanților la impact frontal și lateral, rezistența ancorajelor centurilor și scaunelor, etc., pot fi realizate numai utilizând sisteme HPC. În ultima vreme, se pune accent din partea marilor companii pe analize acustice sau aero acustice, cu depistarea sursei de zgomot.

Acest tip de procesări nu se pot realiza pe actualele capacități de calcul existente. Din cauza acestei limitări, firma noastră a fost nevoită să nu preia astfel de proiecte.

Fluxul de lucru în cadrul companiei Caelyn Europe este următorul:

- a) Primirea caietului de sarcini de la client împreună cu modelul geometric CAD
- b) Se face o evaluare a caietului de sarcini și a modelului CAD și se stabilesc:
  - Domeniul analizei: 2D, 3D, simetric, axisimetric sau domeniu întreg
  - Tipul de analiză: structurală, termică, dinamica fluidelor, acustică, cuplată, etc.
  - Stabilirea nivelului de acuratețe necesar pentru a rezolva problema în mod corespunzător
    - i. Pentru analiză structurală:
      1. Analiză dinamică, cvazi-statică, statică
      2. Analiză liniară sau neliniară

3. Stabilirea componentelor care pot fi modelate deformabile sau rigide
  4. Modul de conectare între componente: contact normal, contact fără dezlipire, conectare rigidă, suduri (modelate ca rigid sau în detaliu), șuruburi (modelate rigid, cu bare cu prestrângere, solid cu prestrângere, modelarea filetelui), cuple cinemetice, etc.
  5. Necesitatea formulării contactului între componente
  6. Tipul de contact: ex. suprafață - suprafață, nod - suprafață, muchie - suprafață, etc.
  7. Model cu deformații mari sau deformații mici
  8. Materiale liniare sau neliniare
- ii. Pentru analiza de dinamica fluidelor
1. 2D, 3D, simetric
  2. Fluid Newtonian sau neNewtonian
  3. Compresibil sau incompresibil
  4. Staționar sau nestaționar. Regim nestationar prohibitiv fără sisteme inovative HPC
  5. Tipul de turbulență: RANS sau LES (LES necesită un timp de calcul foarte mare și echipament de calcul de tip HPC, am evitat folosirea acestui tip de turbulență)
  6. Mixtură de fluide
  7. Transformare de fază
- iii. Analiză cuplată
1. Structural-fluid. Prohibitiv fără sisteme inovative HPC
  2. Transfer de căldură conjugat (fluid-solid)
  3. Acustic-structural
  4. Structural-electric-termic
  5. Aeroacustică. Prohibitiv fără sisteme inovative HPC
- Simplificările necesare transformării modelului CAD într-un model apt tipului de analiză stabilit anterior și algeaelementelor de discretizare: ex. de tip beam, truss, shell, solid (cu tetraedre sau hehaedre)
  - Stabilirea condițiilor la limită și a încărcărilor
  - Stabilirea tipurilor de materiale folosite (metal, plastic, cauciuc, spumă, aer, apă, ulei, etc.)
- c) Stabilirea timpului de execuție și a prețului. Prețul se stabilește în funcție de complexitate și de timp. La stabilirea prețului, primează complexitatea iar reducerea timpului este un plus. Dacă în mod normal un proiect relativ complex durează 3 săptămâni, clientul este dispus să plătească în plus pentru a efectua proiectul în 2 săptămâni
  - d) Atribuirea proiectului
  - e) Simplificare și discretizare model geometric. Etapă laborioasă din punct de vedere uman. Se execută manual sau semiautomat.
  - f) Modelarea materialelor: stabilirea tipului și a proprietăților
  - g) Anamblareacomponentelor și conectarea acestora
  - h) Setare
  - i) Se face o primă simulare pentru a rezolva erorile care apar
  - j) Se face analiza propriuzisă: simularea tuturor cazurilor propuse. Timpul de execuție depinde exclusiv de capacitățile de calcul
  - k) Efecuarea raportului în urma analizei. Raportul este explicit și detaliat cuprinzând, în afară de rezultatele obținute, concluzii și recomandări de îmbunătățire
  - l) Prezentarea raportului către client, față în față sau printr-o conferință WebEx
  - m) Transmiterea acestuia către client

Fluxul de lucru este destul de laborios, clienții au cerințe din ce în ce mai mari, timpi de lucru cât mai scăzuți, vin la noi de multe ori cănepuizează resursele lor umane și materiale și așteaptă o rezolvare cât mai rapidă din partea firmei.

Dacă acum câțiva ani aveam foarte multe proiecte numai de discretizare care de obicei necesită muncă manuală și nu foarte calificată care era rentabilă în România (salarii mai mici), acum avem proiecte din ce în ce mai complexe ce necesită un nivel ridicat de cunoaștere (inginerii noștri sunt cercetători științifici, ingineri cu master sau doctorat), modele de analiză complexe ce depășesc nivelul actual de calcul.

### III. IMPREMENTAREA UNUI SISTEMUL CLUSTER HPC HIBRID CPU-GPU INOVATIV

Pentru a mări capabilitățile de simulare și a fi mai prezenți pe plan național și internațional oferind modele de simulare din ce în ce mai complexe într-un timp cât mai scurt, este necesară implementarea unui sistemul cluster HPC hibrid CPU-GPUinovativ format din:

#### 1. Nod de management: 1buc

- Șasiu: 2U, 8x3.5"/2.5" SAS or SATA bays, 4 FHHL slots, 2 LP slots, 1 x16 for Add-on-Module, redundant PSU
- Unitate CPU: 2x Intel XeonSilver 4112, 4core, 2.6GHz, 9.6GT/s
- Memorie RAM: 48GB DDR4 2400MHz ECC REG (12x4GB)
- OS Drive: 2x 960TB SSD SATA, 1DWPD
- Graphic Card: Onboard
- Port de rețea: 2x 1Gbps RJ45
- Card Infiniband: EDR card single port QSFP28
- Management: IPMI 2.0, RJ45 port
- Sistem operare: 1x Linux

#### 2. Nod CPU: 7buc

- Șasiu: șasiuri 2U pentru 4 noduri, PSU redundant, 6x2.5" „hot-swapbays” și 24 sloturi DIMM pentru fiecare nod

Configurare pentru un nod CPU:

- Unitate CPU: 2x Intel XeonGold 6134, 8 core 3.2GHz, 10.4GT/s
- Memorie RAM: 192GB DDR4 2666MHz ECC (12x16GB RAM module)
- OS Drive: 1xSSD 480GB SATA, 3DWPD
- Infiniband Card: EDR card single port QSFP28
- Management: IPMI 2.0, RJ45 port
- Sistem operare: Linux

#### 3. Nod cu vizualizare CPU-GPU: 1buc

- Șasiu: 1U, redundant PSU, suporta pana la 4 card-uri GPU nVidia Pascal; 2x 2.5" hot-swapbays; 12x DIMM sloturi

- Unitate CPU: 2x Intel XeonGold 6134, 8 core 3.2GHz, 10.4GT/s
- Memorie RAM: 192GB DDR4 2666MHz ECC (12x16GB RAM module)
- OS Drive: SSD 480GB SATA, 3DWPDP
- GPU: NVIDIA Tesla P100 12GB CoWoS HBM2 PCIe 3.0 – Răcire pasivă
- Infiniband Card: EDR card single port QSFP28
- Management: IPMI 2.0, RJ45 port
- Sistem operare: Windows 2016 Server 16 Core
- Placă grafică: 8GB GDDR5 256biti, minim 1650core, ieşiri 4x DP1.2
- Plăci video la distanță: Kit accelerare/comprimare semnal video pentru transmitere Full HD pana la 100m pe cablu UTP

#### 4. Sistem de stocare: 1buc

- Şasiu: 12bays 3.5" 12Gbps, 2U expander, redundant PSU
- Platformă: Single CPU Xeon E5-26xx
- Unitate CPU: Intel Xeon, 64GB RAM, DOM 64GB
- HBA: 12Gbps 1xSFF8643 port
- HDD: 4x8TB SAS3 12Gbps enterprise
- SSD: 4x 960GB SSD SATA, 3DWPDP
- Management: IPMI 2.0, RJ45 port
- Infiniband Card: EDR card single port QSFP28
- Sistem de fişiere: zfs

#### 5. Echipamente adiţionale

- Comutatoare Infiniband: Switch EDR cu 36ports QSFP28, flux de aer invers, PSU redundant
- Cabluri Infiniband: 10x 2m pasive, viteză EDR
- Comutatoare Ethernet: 2x Switch cu 24x1Gbps porturi RJ45, montate pe rack
- HPC Software Management: Bright Cluster Manager - Advanced - 10nodes / 1an
- Rack: Rack 600x1060, usi perforate APC
- PDU: 6x PDU 10 posturi 16A
- Sursă UPS: UPS trifazat/trifazat 40kVA, tower, PF=1
- Generator trifazat Diesel: Generator trifazat 44kVA, insonorizat
- Răcire: Sistem de răcire 22kW
- IPMI/Cluster Management: SFT-DCMS-Single x 10buc

In vederea maximizarii performanţelor de calcul propunem o soluţie care cuprinde procesoare si module GPU cu capabilitaţi CUDA din ultima generaţie (lansate în 2017). Interconectarea între nodurile de calcul se realizeaza printr-o interfaţă specializată – Infiniband EDR –care ofera o lăţime de bandă de 100Gb/s si o latenţă extrem de redusa.



Prin folosirea sistemului HPC propus, se obține reducerea timpului de simulare, element important în proiectarea sistemelor ce implica modele de dimensiuni mari coroborat cu respectarea termenelor de predare/livrare.

Caelynx Europe utilizează softuri specializate de simulare din portofoliul Dassault Simulia care se pliază foarte bine pe sistemul HPC propus și are nevoie de resursele acestuia pentru eficiența ridicată. Creșterea de performanță pentru aplicațiile Simulia oferite de card-urile nVidia P100 este exemplificată în figura de mai jos.

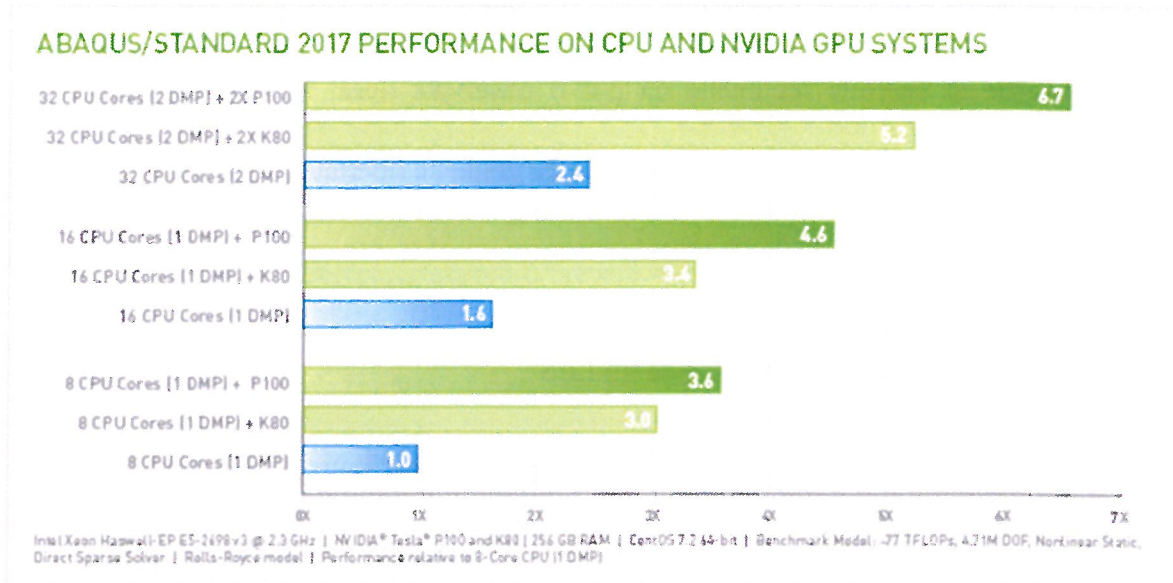
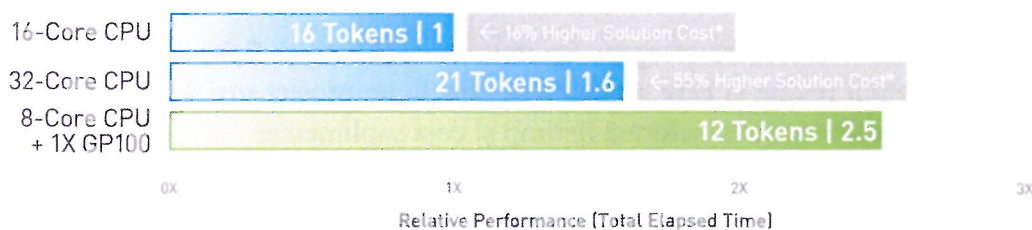


Figura 1. Performanța softului DassaultSimuliaAbaqus/Standard 2017 pe sisteme CPU-GPU

De asemenea sistemul reduce costurile de licență a softului prin creșterea performanței de 2.5 ori, vedeți figura 2.

### SIMULIA Abaqus 2017

NVIDIA® Quadro® GP100 provides up to 2.5X the performance and lower total solution cost\* than CPU only solutions



Dual Xeon E5-2698 v3 @ 2.3 GHz (16-core) | 256 GB RAM Sparse Solver | Dataset: Rolls Royce 4.71MDOF Model Nonlinear Static

Figura. 2 Performanța CPU + GPU: GP100

Prin implementarea sistemului HPC descris mai sus în compania noastră următoarele tipuri de analiza numerică vor fi posibile:

- Analiză structurală statică: >1.5 milioane nr de grade de libertate
- Analiză structurală dinamică: >2 milioane nr de grade de libertate
- Analiză crash vehicul întreg: >5 milioane nr de grade de libertate și până la 50-100 mil grade de libertate

- Analiză de vibrații: 30 milioane nr maxim de grade de libertate
- Analiza de dinamica fluidelor – CFD: ex. 100 milioane elemente de volum
  - o Regim staționar
  - o Regim nestaționar
  - o Mediu incompresibil
  - o Mediu compresibil
  - o Modele de turbulență de tip RANS
  - o Modele de turbulență de tip Large Eddy Simulation (LES), imposibil de rulat pe echipamentele de calcul existente. Din punct de vedere al acurateții, modelul LES este în prezent cel mai apropiat de realitate și anumite fenomene nu pot fi observate decât în prezența acestui model.
- Analiza termică (transfer de căldură): 100 milioane nr maxim de grade de libertate
- Analiza electro-magnetică, magneto-statică: >1.5 milioane nr de grade de libertate
- Analiza acustică: >1.5 milioane nr de grade de libertate
- Analiză cuplată structural -acustic
- Analiză cuplată structural-dinamica fluidelor
- Aeroacustică ce include numai modele de turbulență de tip LES
- Analiză conjugată termică în regim nestaționar

Capacitatea de calcul maximă existentă pentru o analiză este de 28 core fără GPU-CUDA. Doar prin adăugarea unei plăci grafice nVidia P100 capacitatea de calcul poate crește de 2.5 ori. Dar noi propunem sistemul de mai sus care are o capacitate de 112 CPU core + 1 card GPU CUDA nVidia P100 ceea ce conferă o putere de calcul mai mare de 6 ori.

De asemenea viteza de calcul va crește mai mult prin folosirea procesoarelor de ultimă generație ce au viteză mai mare față de procesoarele existente, prezența sistemelor de conectare infiniband, hardurilor SSD. De asemenea sistemul HPC oferă un nod de vizualizare performant ceea ce face posibilă pre-procesarea și postprocesarea modelelor foarte mari din punct de vedere grafic.

De asemenea capacitatea de stocare a Caelyn Europe va crește foarte mult ceea ce este un avantaj imens pentru companie. Modelele rezultate din simulare sunt foarte mari, de ordinul a 5-20 GB per proiect, în portofoliul nostru fiind mai mult de 500 proiecte, face imposibilă stocarea acestora.

De aceea în momentul de față suntem nevoiți să ștergem fișierele de rezultate și fișierele de restart, păstrând doar fișierele de intrare. Dacă clientul revine și cere rezultate în plus la un proiect mai vechi, suntem nevoiți să mai rulăm încă odată modelul respectiv ce se transformă în timp și cost suplimentar.

Implementarea sistemului inovativ HPC hibrid CPU-GPU va aduce o

- creștere eficienței muncii și a productivității
  - o modele mici până la 20%
  - o modele medii și mari până la 100%
  - o modele foarte mari, ex. modele LES de turbulență, până la 400%
- reducere a costului
  - o cu licențierea, cardul GPU CUDA nu intră în costul licenței
  - o creșterea productivității se transformă în reducerea costului
- creștere calitativă prin adoptarea modelelor mai detaliate și implicit mai aproape de realitate
- crearea de noi servicii, ex. Modele LES de turbulență, aeroacustică, modele cuplate
- posibilitatea realizării unui număr extins de servicii.

- creșterea preciziei actului de proiectare, simulare și realizare pachete flexibile de servicii.
- creșterea ofertei de servicii de cercetare-dezvoltare către parteneri, inclusiv internaționali.
- creșterea capacității și expertizei de cercetare.
- creșterea potențialului de parteneriate în cercetare-dezvoltare.
- creșterea capacității Centrului de ofertare a noi tehnologii informatice.
- compatibilitatea cu metodologiile de lucru ale unor puternice centre internaționale
- reducerea timpului de realizare a comenzilor și creșterea calității serviciilor prestate
- posibilitatea de a realiza parteneriate cu centre similare internaționale
- beneficii financiare:
  - ex. crearea unui model de aeroacustică costă aproximativ 20000-25000 Euro și va fi gata în aproximativ 2 săptămâni cu noul sistem HPC. Fără HPC ar fi durat 2 luni iar probabilitatea de a-l contracta ar fi fost minimă
  - un proiect structural mediu costă aproximativ 5000 Euro și are durată de 2-3 săptămâni. Utilizând HPC va fi gata într-osaptamâna sau o săptămâna și jumătate

