

**CENTRUL NAȚIONAL DE MANAGEMENT PROGRAME – CNMP**  
**Programul 4 – Parteneriate în domeniile prioritare**

**Formularul B pentru proiecte complexe (FB 14)**

Titlul proiectului (maxim 200 caractere)

**Sistem de monitorizare ecologică bazat pe analiza timp/spațiu-frecvență-scală a semnalelor**

**Cuvinte cheie: (maxim 5 cuvinte)**

Semnale de mediu, reprezentare pe stare, undine, urmărire prin potrivire, algoritmi genetici

**Rezumatul proiectului (maxim 1 pagină)**

Mediul înconjurător constituie o bogată sursă de semnale, care codifică evoluția acestuia. Numai un număr relativ redus dintre ele sunt percepute de către factorul uman, iar, dintre acestea, un număr și mai mic sunt corect decodificate și interpretate. Din acest motiv, în condițiile unor schimbări atât de rapide în ceea ce privește condițiile climatice și efectele activităților industriale, este nu doar util, ci și necesar un sistem de monitorizare automată a arealelor geografice. Obiectivul principal al monitorizării îl constituie predicția comportamentului sistemului ecologic, în special în scopul anticipării/prevenirii dezastrelor.

Proiectul își propune să decodifice corelațiile existente între diferitele componente de mediu dintr-un areal geografic oarecare, cu ajutorul unui sistem automat, bazat pe prelucrarea de tip timp/spațiu-frecvență-scală a semnalelor.

Semnalele sunt achiziționate cu ajutorul unui sistem de senzori specializați în măsurarea de mărimi fizice din aer/apă/sol, cum ar fi: temperatură, umiditate, grad de poluare (noxe), viteza curenților de aer/apă, nivel de apă, debit de apă, vibrații seismice, etc. La acestea, se pot adăuga imagini fotografice sau video ale arealului monitorizat. Datele astfel obținute sunt înmagazinate cu ajutorul unui mijloc automat mobil de calcul, prin intermediul unei interfețe numerice care trebuie proiectată și realizată.

După achiziție, datele vor fi prelucrate în laborator cu ajutorul a două mari categorii de metode. Prima dintre ele se referă la predicția de stare a sistemului complex reprezentat de arealul geografic. Semnalele culese sunt văzute ca ieșiri măsurate ale unui sistem multidimensional, ale cărui stări interne pot fi predictate cu precizie controlată. (Modelarea internă a sistemului se poate realiza plecând de la ecuațiile fizico-chimice care stau la baza funcționării acestuia.) Metodele din familia Markov-Kalman-Bucy par a constitui instrumentele adecvate în acest scop. A doua categorie de metode se referă la analiza spectrului variabil în timp al semnalelor, cu ajutorul transformărilor biliniare și afine. Reprezentantele tipice ale acestora sunt: Transformata Fourier cu Fereastră Culusantă și (mai ales) Transformata Undină, asupra căreia se focalizează discuția în cadrul proiectului. Algoritmii aferenți metodelor din ambele categorii se pretează mod natural la implementarea pe o mașină paralelă de calcul integrată într-o minirețea de 4 calculatoare personale. (Această structură se intenționează a fi achiziționată din resursele alocate proiectului.)

În fine, perturbațiile care afectează datele sunt modelate cu ajutorul unor tehnici autoregresive de identificare capabile să ofere și o estimare a preciziei de predicție. Din experiența dobândită în cadrul unor cercetări legate de modelarea și predicția seriilor de timp, având în vedere că metodele amintite sunt destul de complexe, este de așteptat ca atât evidențierea corelațiilor dintre semnalele achiziționate cât și predicția evoluției acestora să fie precise.

**Relevanța proiectului (maxim 1 pagina)**

**- încadrarea proiectului în obiectivele Programului 4 și obiectivele specifice ale direcției de cercetare**

Studiind lista domeniilor de cercetare prioritare din pachetul de informații aferent proiectelor de tip P4, credem că propunerea noastră se încadrează la categoria 3 (*Mediu*), secțiunea 3.3 (*Protecția și reconstrucția ecologică a zonelor critice și conservarea ariilor protejate*), subsecțiunea 3.3.2 (*Sisteme de monitorizare a dinamicii diversității biologice și ecologice în plan structural și funcțional*). Este drept, însă, ca această cercetare are un caracter multi-disciplinar, care integrează cunoștințe din câteva domenii științifice de inginerie electrică, automatică și știința calculatoarelor. În consecință, ea ar putea fi analizată și de către experți din aceste domenii.

## CENTRUL NAȚIONAL DE MANAGEMENT PROGRAME – CNMP

### Programul 4 – Parteneriate în domeniile prioritare

Obiectivul major al direcției de cercetare 3.3.2 îl constituie efectuarea unei analize pertinente și riguroase a varietății de factori de mediu care conduc la evoluția unui sistem ecologic localizat într-un anumit areal geografic limitat. Rezultatele analizei pot avea diferite utilizări, dintre care cea mai importantă este probabil aceea a anticipării evoluțiilor nedorite, anormale ale sistemului.

#### - scopul urmărit

Proiectul propune proiectarea și realizarea unui sistem de monitorizare bazat pe analiză de semnal, în vederea diagnosticării și prognozării cât mai precise a evoluției fenomenelor naturale și/sau artificiale din cadrul unui areal geografic. Sistemul se dorește a fi util atât în plan didactic (în dezvoltarea unor cercetări la nivel de pregătire universitară și doctorală), cât și în plan practic (în monitorizarea efectivă a unor factori de mediu).

Descrierea proiectului din punct de vedere științific și tehnic, incluzând gradul de noutate și posibilitatea aplicării rezultatelor cercetărilor (maxim 5 pagini)

#### - prezentarea succintă a stadiului realizărilor S/T din domeniu, la nivel național și internațional, raportat la tema proiectului (maxim 1/2 pagină)

Monitorizarea ecologică este o **sintagmă relativ nouă**, apărută pe fondul schimbărilor rapide înregistrate de către factorii climatici și de mediu. Aceasta nu se reduce doar la modelarea proceselor ecologice naturale sau artificiale [NKB00a], ci și la integrarea lor în cadrul unor sisteme relativ complexe de diagnoză și prevenție. Implicarea automaticii, informaticii și a electronicii în proiectarea unor astfel de sisteme – numite ad hoc *inteligente* – este evidentă [NKB00b], [NKP04]. Organizarea unor centre de monitorizare ecologică este abia la început. Acestea sunt amplasate cu precădere în zona centrelor meteorologice, care dispun de logistica necesară unui astfel de demers. Chiar dacă în România interesul pentru protecția mediului și a conservării funcționării naturale a sistemelor ecologice nu s-a situat dintotdeauna printre priorități, el a început să se manifeste în ultimii ani, impulsat și de orientarea unor țări europene avansate. Cu toate acestea, după cunoștințele noastre, **obiectivele și maniera de desfășurare a cercetării propuse în cadrul proiectului de față nu au fost încă abordate, fiind originale**. Pentru a-și atinge obiectivele amintite în secțiunea anterioară, proiectul își propune integrarea unor cunoștințe de Automatică industrială (achiziție și prelucrare primară a datelor) [PoSt06], Teoria sistemelor (reprezentare pe stare) [IoV85], Prelucrarea semnalelor (analiză timp/spațiu-frecvență-scală) [PrMa96], [CoL95], [SSP07], Identificarea sistemelor (predicție de stare, modelare autoregresivă) [SoSt89], [SCS05], Inteligență artificială (metode euristice de căutare) [RuNo95] și Programare evoluționară (algoritmi genetici) [MiM95].

#### - contribuția proiectului la dezvoltarea cunoștințelor în domeniu, inclusiv noutatea și complexitatea soluțiilor propuse

În acest proiect, prin *sistem ecologic* se înțelege o colecție de fenomene naturale și/sau artificiale aflate în interacțiune sau (aparent) izolate, care se desfășoară în cadrul unui areal geografic avînd o suprafață limitată. O parte dintre aceste fenomene emit semnale care ar putea fi achiziționate în vederea prelucrării. Semnalele poartă denumiri generice corelate cu sursa de proveniență. De exemplu, se pot măsura: temperaturi, umidități, concentrații, debite, viteze de deplasare (pentru curenți de aer sau de apă), niveluri, cantități de apă rezultate în urma ploilor, vibrații seismice, etc. La acestea se pot adăuga imagini fotografice sau video ale arealului monitorizat (în special, în vederea identificării de obiecte, tipuri de vegetație, stări vizuale ale terenului, etc.) Toate aceste semnale ar putea fi grupate în două mari categorii: semnale unidimensionale (sau *serii de timp*) și semnale bidimensionale (sau *serii spațiale*). Imaginile fotografice sunt implicit serii spațiale. Celelalte semnale, însă, pot face parte din ambele categorii. Astfel, luat separat, un semnal care redă evoluția eșantionată în timp a unui fenomen este o serie de timp. În schimb, o colecție de semnale distribuite în cadrul arealului sau o succesiune de imagini video poate constitui o serie spațială, care, în plus, are și o evoluție în timp (semnal/serie *spațio-temporală*).

Pentru a prognoza evoluția unui fenomen natural, este necesară proiectarea unor modele de predicție adecvate. În mare, aceste modele pot fi analitice sau numerice. Modelele analitice au un

## CENTRUL NAȚIONAL DE MANAGEMENT PROGRAME – CNMP

### Programul 4 – Parteneriate în domeniile prioritare

grad mare de generalitate, dar sunt destul de complexe și dificil de identificat. Ele se bazează pe legile generale ale fizicii și chimiei, necesitând o logistică sofisticată, care poate include sateliți, rețele de stații de monitorizare distribuite pe mai multe areale geografice, institute de prognozare (de exemplu: meteorologice, vulcanice sau seismice), rețele complexe de calculatoare. Mult mai simplu, deși mai puțin precis, este demersul constând în determinarea de modele numerice adaptive cu ajutorul unor tehnici de Identificare de Sistem și Prelucrare de Semnal. Pentru a construi astfel de modele sunt suficiente câteva colecții de date măsurate (serii de timp și/sau spațiale), o mini-rețea de calculatoare și o bună cunoaștere a tehnicilor amintite. Adaptivitatea se realizează prin reactualizarea modelelor în funcție de noile date măsurate. Modelele numerice sunt extrem de bine adaptate activității de monitorizare. De îndată ce valorile predictate ale semnalelor ecologice se îndepărtează semnificativ de cele măsurate pentru o perioadă de timp suficient de mare, este posibil ca un comportament anormal să fie detectat. În acest caz, monitorizarea se poate focaliza în aria de desfășurare a fenomenelor anormale, în vederea atingerii unei și mai mari precizii de predicție și chiar diagnosticare. Dacă este necesar, se poate apela chiar la modele analitice sau chiar numerice cu un grad ridicat de complexitate.

Modelele numerice de interes în cadrul proiectului sunt de două categorii: sistemice (cu reprezentare pe stare) și de semnal (cu reprezentare de tip timp/spațiu-frecvență-scală). Din lipsă de spațiu și din economie de timp, nu ne vom lansa într-o descriere tehnică detaliată a acestor modele și a metodelor aferente de determinare. Preferăm să anexăm acestei prezentări succinte câteva lucrări deja publicate, din care se pot desprinde detaliile necesare.

În ceea ce privește modelele cu reprezentare pe stare, acestea se construiesc în cadrul a două tipuri de abordări: fie plecând de la cele analitice, prin discretizarea ecuațiilor diferențiale aferente, fie considerând că parametrii ecologici mășurați sunt chiar stările sistemului. În Anexa B1 sunt descrise două metode generice de determinare și reactualizare a acestor modele: Metoda Markov recursivă pentru identificarea sistemelor afectate de perturbații complexe și Metoda Kalman-Bucy de predicție a stărilor unui sistem (de asemenea afectat de perturbații, atât externe cât și interne). Anexa redă paginile 239-249 ale cărții [SCS05]. Ambele metode se finalizează cu algoritmi ce se intenționează a fi adaptați la caracteristicile unui sistem ecologic, în vederea predicției seriilor spațio-temporale.

Modelele de semnal care pot fi utilizate în vederea predicției se împart în 3 clase.

Din prima clasă fac parte modele cu un pronunțat caracter subiectiv, constituite din 3 componente aditive: o tendință generală (polinomială), o variație sezonieră și o perturbație stocastică. Pentru determinarea lor, se apelează la câteva versiuni ale *Metodei Celor Mai Mici Pătrate* [SOS89], [SCS05]. Este însă necesară și intervenția operatorului uman în selectarea unor parametri structurali esențiali și, din acest motiv, demersul are o latură subiectivă importantă. În acest caz, experiența operatorului uman în legătură cu semnalele modelate și caracteristicile surselor acestora este decisivă pentru creșterea preciziei de predicție. Dacă se dorește diminuarea/inlăturarea subiectivismului, atunci se poate conserva componenta stocastică a modelului, dar componentele deterministe trebuie înlocuite. De notat, totuși, că între componentele deterministe și cea stocastică nu se poate trasa o linie clară de demarcație. Întotdeauna o parte a perturbației se transmite componentelor deterministe, în timp ce o parte a informației utile transportate de acestea din urmă este interpretată ca perturbație.

O abordare în acest sens este descrisă în comunicarea [StCu06] din Anexa B2. Aici, instrumentul central de construcție a componentei deterministe îl constituie *Transformata Undină Discretă Generalizată Ortogonală*. Undinele au apărut la începutul anilor '80 [SSP07], ca rezultat al unor cercetări asidue efectuate în domeniul modelării semnalelor seismice și a celor subterane purtătoare de informații referitoare la localizarea zăcămintelor de petrol și gaze. Ele au dovedit o uimitoare capacitate de decorelare a datelor și de extragere a informațiilor neredundante transportate de către semnale. Transformata Undină utilizată în cadrul cercetării descrise în [StCu06] (și efectuate asupra unor semnale naturale din economie, astronomie sau medicină) are câteva caracteristici interesante, dintre care pot fi amintite următoarele: este adaptivă (structura ei este determinată de conținutul de frecvență al semnalului analizat, ceea ce permite eliminarea subiectivismului), este inversabilă (ceea ce permite construcția componentei deterministe cu precizie controlată) și controlează nivelul de zgomot moștenit de către componenta deterministă. Pentru implementarea ei, se poate utiliza o

## CENTRUL NAȚIONAL DE MANAGEMENT PROGRAME – CNMP

### Programul 4 – Parteneriate în domeniile prioritare

tehnică de căutare euristică împrumutată din Inteligența Artificială [RuNo95]. În [StCu06], implementarea este rudimentară și nu se referă decât la serii de timp, nu și la serii spațio-temporale. În consecință, în cadrul proiectului, se va urmări implementarea completă a acestei transformări.

O altă abordare, mai complexă, este descrisă în comunicarea [StIo03] din Anexa B3. De această dată, componenta deterministă este interpretată ca o frază exprimată într-o limbă străină, care trebuie tradusă automat, cu ajutorul unui *dicționar*. Cuvintele dicționarului sunt forme de undă obținute prin aplicarea a 3 operații asupra unei undine mamă: scalare, translație temporală și modulație în frecvență. Căutarea cuvintelor din dicționar în funcție de semnalul analizat se efectuează prin combinația dintre doi algoritmi ingenioși: Algoritmul urmăririi prin potrivire [SSP07] și un Algoritm genetic [MiM95]. (Combinația este originală și a fost pentru prima dată utilizată cu ocazia unui stagiu postdoctoral finanțat de Fundația germană Alexander von Humboldt.) Și în acest caz, se poate vorbi despre o transformare, ea fiind obținută prin îngemănarea dintre Transformata Undină și Transformata Fourier cu Fereastră Culisantă. În [StIo03], algoritmul genetic al urmăririi prin potrivire a fost utilizat cu succes în diagnoza defectelor unui sistem mecanic, dar implementarea s-a realizat pe o mașină secvențială de calcul, ceea ce a condus la durate de simulare relativ îndelungate. În plus, semnalele analizate sunt tot seriile de timp, nu și cele spațio-temporale, astfel că extinderea implementării constituie în mod natural un alt obiectiv al proiectului.

Ultimele două clase de modele și transformări decodifică informația deterministă prin analiza spectrului de frecvențe variabil în timp, simultan cu focalizarea în anumite zone de semnal prin scalare, de unde numele de transformări timp-frecvență-scală. Deși conduc la **algoritmi de complexitate ridicată**, transformările amintite sunt adecvate implementării pe mașini paralele de calcul. Aceasta poate produce câștiguri importante în termeni de timp de execuție.

Componenta stocastică a semnalelor poate fi modelată auto-regresiv [SoSt89], [SCS05].

Sistemul de monitorizare este format din următoarele subsisteme:

- Colecție de senzori de mediu, pentru măsurarea unor parametri ca: temperatură, umiditate, grad de poluare (noxe), viteza curenților de aer/apă, nivel de apă, debit de apă, vibrații seismice, etc. Achiziționarea de senzori se va efectua în comun cu partenerii de proiect. Subsistemul este deschis permițând adăugarea de noi senzori, chiar și după finalizarea proiectului. Imaginile fotografice sau video vor fi preluate de la o cameră foto și/sau de luat vederi digitală, cu stabilizator de imagine. Avînd în vedere tipul de aplicație descris în acest proiect, va trebui ca senzorii să poată fi distribuiți pe un areal geografic, caz în care ei vor fi dotați cu mici emițătoare radio (mai puțin camera foto și cea video).
- Interfață numerică de achiziție de date și comunicație. Acest subsistem va trebui proiectat și realizat cu ajutorul celor două firme partenere la proiect. Caracteristicile principale ale acestui subsistem sunt următoarele: versatilitate (posibilitatea de a stoca date într-o varietate largă de formate recunoscute de medii de programare precum MATLAB-SIMULINK, CVI, LabVIEW, etc.), capacitate largă (12-16 canale de achiziție pe cîte 16 biți), lărgime de bandă (frecvențe de eșantionare variabile, de pînă la 250 de Kilo-eșantioane/s/canal), conectivitate radio cu senzorii și prin porturile seriale (USB) sau paralele cu unitatea mobilă de calcul. În plus, este de dorit ca orice senzor conectat la interfață să poată fi recunoscut de către aceasta prin intermediul unei semnături/amprente specializate (similar facilității plug-and-play din Windows). Astfel, vor fi disponibile nu doar eșantioanele semnalului achiziționat, ci și o serie de informații auxiliare privind natura și localizarea sursei care l-a generat, maniera de eșantionare, etc.
- Calculator portabil de teren (laptop) pentru stocare, transfer și prelucrare primară de date. Acesta încheie structura de teren a sistemului de monitorizare, fiind cuplat la senzori prin intermediul interfaței numerice. Prelucrarea primară se referă la o serie de filtrări preliminare a datelor (în special în cazul imaginilor), în vederea eliminării perturbațiilor grosiere. De asemenea, tot la acest nivel, se are în vedere implementarea determinării modelelor subiective ale seriilor de timp. În acest fel, cu sau fără ajutorul unui expert, este posibilă o primă diagnosticare a parametrilor măsurați, direct pe teren.
- Platformă de laborator: o mașină de calcul paralelă, cuplată la o minirețea de 4 calculatoare personale și la internet. Algoritmii de complexitate ridicată enumerați anterior vor fi

## CENTRUL NAȚIONAL DE MANAGEMENT PROGRAME – CNMP

### Programul 4 – Parteneriate în domeniile prioritare

implementați în cadrul acestei configurații. De asemenea simulările complexe și prezentarea rezultatelor se vor desfășura tot prin utilizarea acestei configurații. Configurația va fi găzduită de către laboratoarele centrului de cercetare ACPC, dar va fi accesibilă și partenerilor din proiect, fie direct, fie via internet.

#### - obiectivele generale și specifice ale proiectului

Obiectivul general îl constituie realizarea sistemului de monitorizare în structura descrisă mai sus. În particular, se urmărește ca sistemul să fie funcțional și utilizat în aplicații efective de monitorizare ecologică. Nu se are în vedere achiziționarea de echipamente și cheltuirea de resurse umane și financiare pentru un sistem care să stea închis într-un laborator, fără acces din partea specialiștilor și studenților.

#### - detalierea activităților în corelație cu obiectivele propuse

Proiectul este prevăzut a se derula între **1 octombrie 2007** și **30 septembrie 2010** (pe durata a **36°de luni**) și are 4 etape: una de 3 luni (în 2007), două de câte 12 luni (în 2008 și 2009), ultima fiind de 9°luni (în 2010). Suma totală necesară a fi alocată din **buget** a fost estimată la **1,1 milioane lei (noi)**. Cei 3 parteneri din proiect contribuie prin **cofinanțare** cu încă **0,1 milioane lei**. Din suma alocată de la buget se preconizează ca aproximativ **25%** să fie destinată **dotărilor**, iar aproximativ **5%** să fie utilizată în vederea **diseminării de rezultate**.

Etapele și activitățile principale sunt descrise în Anexa 2, fișa PR-13, pe baza informațiilor financiare generale din Anexa 2, fișa IFG-08. (De notat că, pentru fiecare activitate, codurile au fost extrase din Tabelul 1 de la pagina 37 a Pachetului de informații.) De asemenea, succesiunea activităților principale care constituie fiecare etapă este ilustrată în diagrama Gantt din Anexa 2, fișa (suplimentară) GANTT-15. Câteva detalii sunt însă necesare. Vom parcurge pe scurt etapele de lucru. (Activitățile care au același număr, dar diferă doar prin ultima literă se efectuează în paralel.)

#### I. Analiză de proces ecologic (2007)

- Obiectiv: Construcția unei colecții de ecuații diferențiale constituind modele analitice continue ale parametrilor unui areal geografic.
- Activități: I.1. Elaborare de modele fizico-chimice (ecuații diferențiale brute).  
I.2. Elaborare de modele conceptuale (ecuații diferențiale adimensionale).

#### II. Proiectarea și realizarea sistemului numeric (2008)

- Obiectiv: Construcția efectivă a sistemului numeric de interfață cu sistemul ecologic, împreună cu implementarea modelelor și metodelor de reprezentare pe stare.
- Activități: II.1.a. Realizarea configurației de laborator: achiziționarea mașinii paralele de calcul și a soft-ului aferent; achiziționarea celor 4 calculatoare personale; conectarea în rețea a resurselor achiziționate.  
II.1.b. Implementarea de modele numerice: configurarea sistemului cu reprezentare pe stare, teste de structură, teste de stabilitate.  
II.2.a. Implementarea de algoritmi cu reprezentare pe stare: Algoritmul lui Markov în variantă statică și dinamică, Algoritmul MCMMP multi-dimensional în variantă statică și dinamică, Algoritmul Kalman-Bucy.  
II.2.b. Proiectarea și realizarea interfeței numerice de conectare cu unitatea mobilă de calcul și cu subsistemul de senzori. Achiziționarea calculatorului portabil.  
II.3. Realizarea configurației de teren: implementarea modelului subiectiv la nivelul calculatorului de teren, achiziționarea subsistemului de senzori, realizarea conexiunilor dintre calculatorul de teren, interfața numerică și subsistemul de senzori, testarea configurației în condiții reale de mediu și calibrarea acesteia.

#### III. Proiectarea și realizarea sistemului de monitorizare (2009)

- Obiectiv: Construcția unei baze complexe de date cu semnale ecologice achiziționate și implementarea algoritmilor de complexitate ridicată.

## CENTRUL NAȚIONAL DE MANAGEMENT PROGRAME – CNMP

### Programul 4 – Parteneriate în domeniile prioritare

- Activități: III.1. Achiziție de date din sistem. Această activitate durează 12 luni (în paralel cu celelalte activități) și presupune deplasarea în teren, în diferite areale geografice. Masurătorile vor fi organizate cu ajutorul unei baze de date care se va memora în oglindă atât la nivelul calculatorului de teren, cât și la nivelul configurației de laborator.
- III.2. Implementarea algoritmilor cu pachete de undine la nivelul configurației de laborator. Algoritmii se vor aplica atât seriilor de timp, cât și seriilor spațio-temporale.
- III.3. Implementarea algoritmilor genetici de urmărire prin potrivire, la nivelul configurației de laborator. Algoritmii se vor aplica de asemenea atât seriilor de timp, cât și seriilor spațio-temporale.

#### IV. Simulări complexe și diseminare de rezultate

- Obiectiv: Validarea soluției de monitorizare propuse și prezentarea rezultatelor obținute în cadrul unor manifestări științifice, reviste de specialitate și cărți.
- Activități: IV.1. Simulări complexe. Algoritmii implementați vor fi aplicați bazei de date cu semnale ecologice. Rezultatele vor fi prezentate prin intermediul unei interfețe grafice conviviale, care va fi proiectată și implementată în acest scop, în două variante: una (mai sofisticată) la nivelul configurației de laborator și alta (simplificată) la nivelul calculatorului de teren.
- IV.2. Diseminare de rezultate. Se preconizează participarea la cel puțin 3°conferințe/congrese internaționale de nivel ridicat, publicarea a cel puțin 4°articole în reviste de specialitate cotate ISI (sau de nivel apropiat), publicarea a cel puțin o carte la o editură prestigioasă și participarea cu capitole de carte la diferite alte volume.

#### - prezentarea rezultatelor S/T corespunzătoare activităților prevăzute

La încheierea fiecărei etape de calcul, va fi elaborat un raport tehnic și de cercetare în detaliu cuprinzând rezultatele obținute la fiecare activitate. În decursul celor 36 de luni de derulare a proiectului, vor fi elaborate 4 astfel de rapoarte.

#### - viabilitatea și riscurile proiectului

Așa cum s-a menționat, se propune elaborarea unui produs deschis, la care se pot aduce îmbunătățiri ulterioare și care va putea constitui baza pentru alte proiecte. De asemenea, se dorește ca produsul să fie efectiv utilizat și după încheierea finanțării, în scopul în care a fost realizat. Riscurile de nerealizare le estimăm la un procentaj de sub 10%. Este însă posibil să apară ușoare întâzieri, în special din cauza unor nesincronizări între parteneri și/sau din motive financiare. Însă, există speranța ca termenul final din 2010 să fie ferm respectat.

#### - schema de realizare privind rolul și responsabilitățile fiecărui participant pentru realizarea proiectului, cu defalcarea pe activități (pentru fiecare activitate se va prezenta necesarul de om/lună pentru realizarea activității)

Înainte de a descrie contribuția fiecăruia dintre cei 3 parteneri din acest proiect, este utilă o scurtă prezentare a acestora.

- **Coordonator: Centrul de cercetare ACPC din cadrul Universității „Politehnica” București (UPB-ACPC)** dispune de laboratoare pentru: identificarea proceselor industriale, prelucrarea semnalelor, studiul sistemelor numerice de control automat, produse software dedicate, proiectarea asistată de calculator a sistemelor de control, optimizare și diagnoză de proces. De asemenea, permite elaborarea și gestionarea unor proiecte de cercetare complexe uni-/pluri-disciplinare în domeniul Automaticii sau în domenii înrudite cu acesta. Centrul are numeroase colaborări cu alte centre de cercetare și universități din Franța, Belgia, Germania, Finlanda sau Canada.

## CENTRUL NAȚIONAL DE MANAGEMENT PROGRAME – CNMP

### Programul 4 – Parteneriate în domeniile prioritare

- **Partener 1: ASTI CONTROL S.A. (ASTI SA)** este o firmă cu experiență în proiectarea și implementarea unor soluții de automatizare specializată în aparatură de măsurare și control (senzori, traductoare inteligente, elemente de execuție cu acționare digitală, sisteme de interfață și de comunicație), pentru mediul industrial și programare pe sisteme performante Siemens. Firma are strânse conexiuni cu mediul industrial și de afaceri din România și Germania.
- **Partener 2: DC CONTROL S.R.L. (DC SRL)** este un partener cu experiență în proiectarea și realizarea sistemelor și echipamentelor electronice de control. Poate contribui la proiectarea și realizarea de echipamente numerice, module de interfață și de comunicație, microsisteme de tip automat programabil și microcontroller, în special destinate instalațiilor energetice și termoenergetice (dar și din alte domenii). A participat la instalarea unor proiecte de automatizări industriale în țară, la ALRO Slatina, SIDEX Galați, Metrom Brașov și în străinătate (stand de probe și încercări pentru aparate de uz casnic la Padova (Italia) și dispecer termoenergetic la Termocom Chișinău (Republica Moldova)).

Contribuția fiecărui partener în cadrul acestui proiect este sumarizată în diagrama din Anexa 2, fișa (suplimentară) CP-16. Numărul de persoane și manopera alocate fiecărei activități din fiecare lună a fost stabilit ținând cont de specializarea și gradul de dificultate al activității. Lista persoanelor implicate în proiect se găsește în Anexa 2, fișa LP-10. Dosarul proiectului conține și CV-urile acestora.

#### - modalitățile de valorificare a rezultatelor – potențiali beneficiari

- **CO:** La nivelul Facultății de Automatică și Calculatoare și a Centrului de cercetare ACPC asociat se dorește utilizarea sistemului de monitorizare atât în procesul didactic (ca suport de laborator de nivel Masterat-Doctorat), cât și pentru cercetare.
- **Parteneri:** Sistemul va putea fi utilizat la încheierea unor contracte de colaborare și pentru contractarea unor lucrări care vizează efectiv diagnosticarea unui areal geografic.

Printre posibii beneficiari ai sistemului se pot menționa: Direcția de Protecție a Mediului, Institutul Național de Meteorologie și Hidrologie, diferite stații seismice din țară (cum sunt cele din Vrancea sau din munții Ciucaș), Ministerul Agriculturii, Apelor și Pădurilor.

#### - diseminarea rezultatelor

Dacă rezultatele obținute sunt favorabile, se preconizează participarea la cel puțin 3°conferințe/congrese internaționale de nivel ridicat, publicarea a cel puțin 4°articole în reviste de specialitate cotate ISI (sau de nivel apropiat), publicarea a cel puțin o carte la o editură prestigioasă și participarea cu capitole de carte la diferite alte volume.

#### - referințe bibliografice (listă minimală)

- [CoL95] Cohen L. – *Time-Frequency Analysis*. Prentice Hall, New Jersey, USA, 1995.
- [IoV85] Ionescu V. – *Teoria Sistemelor. Sisteme Liniare.*, Editura Didactică și Pedagogică, București, România, 1985.
- [MiM95] Mitchell M. – *An Introduction to Genetic Algorithms*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, USA, 1995.
- [NKB00a] Nitu C., Krapivin V.F., Bruno A. – *Modelarea proceselor în ecologie*, Editura PRINTECH, București, România, 2000.
- [NKB00b] Nitu C., Krapivin V.F., Bruno A. – *Tehnici inteligente în ecologie*, Editura PRINTECH, București, România, 2000.
- [NKP04] Nitu C., Krapivin V.F., Pruteanu E. – *Ecoinformatică – Sisteme inteligente în ecologie*, Editura Magic Print, Onești, România, 2004.
- [PoSt06] Popescu Dumitru, Ștefănoiu Dan ș.a. – *Automatică industrială*, Editura Academiei Române, București, Romania, 2006.
- [PrMa96] Proakis J.G., Manolakis D.G. – *Digital Signal Processing. Principles, Algorithms and Applications.*, third edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA, 1996.
- [RuNo95] Russel S.J., Norvig P. – *Artificial Intelligence – A Modern Approach*, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA, 1995.
- [SoSt89] Söderström T., Stoica P. – *System Identification*, Prentice Hall, London, 1989.

**CENTRUL NAȚIONAL DE MANAGEMENT PROGRAME – CNMP**  
**Programul 4 – Parteneriate în domeniile prioritare**

- [StCu06] Ștefănoiu D., Culiță J. – *Time Series Prediction and Compression through Wavelet Packets*, The 16-th International Conference on Control Systems and Computer Science CSCS-16, Bucharest, Romania, pp. 170-175, May 23–25, 2007.
- [SCS05] Ștefănoiu D., Culiță J., Stoica P. – *Fundamentele modelării și identificării sistemelor*, Editura Printech, București, România, 2005.
- [Stlo03] Ștefănoiu D., Ionescu F. – *Faults Diagnosis through Genetic Matching Pursuit* (E), The Seventh International Conference on Knowledge-Based Intelligent Information & Engineering Systems KES 2003, Oxford, UK (Springer Verlag Berlin Heidelberg), Vol. I, pp. 733–740, September 3-5, 2003.
- [SSP07] Ștefănoiu D., Stănășilă O., Popescu D. – *Undine – Teorie și aplicații*, în curs de apariție la Editura Academiei Române, București, România, 2007.

**Impactul generat de proiect (maxim 1/2 pagină)**

**- impactul economic al proiectului**

Anticiparea și prevenirea dezastrelor naturale constituie o problemă dificilă care angrenează numeroase eforturi de cercetare. Acest proiect își propune să contribuie la efortul general de salvare de vieți omenești, floră, faună și resurse materiale, cel puțin prin avertizări ale deviațiilor sistematice și anormale relevate de parametrii de mediu monitorizați.

**- impactul social al proiectului**

Organizarea de centre de monitorizare ecologică va deveni într-un viitor nu foarte îndepărtat o necesitate. Pe de o parte, aceasta aduce posibilitatea creerii de noi locuri de muncă, având personal specializat. Pe de altă parte, dacă acest demers este sprijinit de legi corespunzătoare, arealele monitorizate pot deveni mai sigure, mai puțin afectate de poluare, mai curate. Rezultatele proiectului ar putea fi integrate în aceste centre de monitorizare, contribuind astfel la creșterea nivelului de viață.

**- impactul asupra mediului**

Prin natura sa intrinsecă, sistemul de monitorizare ecologică are o evidentă componentă referitoare la protecția mediului.

**Managementul proiectului. Alcătuirea consorțiului (maxim 1,5 pagini).**

**- experiența coordonatorului în domeniu și în managementul proiectelor naționale/internaționale**

**UPB-ACPC**, este un centru de cercetare cu o bogată experiență în Automatică și Conducerea Proceselor Industriale. În decursul timpului s-au evidențiat preocupări în modelarea, simularea și identificarea sistemelor, prelucrarea de semnal, controlul numeric al proceselor, optimizare, detecție și diagnoză de defecte sau programarea aplicațiilor de timp real. Centrul dispune de resurse umane și tehnice de valoare, implicate în activități de cercetare științifică la nivel înalt, finalizate prin proiecte și granturi de interes național și internațional. Cele mai performante metode de analiză și proiectare a sistemelor numerice au fost materializate în produse software pentru proiectare asistată (programe de identificare experimentală – WinPIM, proiectarea comenzii numerice – PCREG, optimizare – SISCON). Pentru o categorie largă de procese (chimie, petrochimie, energetică, metalurgie) au fost dezvoltate proiecte originale și implementate configurații performante de conducere.

Experiența și capacitatea de cercetare a centrului, poate fi apreciată prin:

- numărul important de proiecte din programele naționale de cercetare, la care a participat și participă: RELANSIN, INFOSOC, TELETRANS, CEEX-CONTE;
- contribuția la realizarea unor proiecte cu beneficiari din mediul industrial românesc (SIDEX Galați, ALRO Slatina, RAFO Onești) sau de talie europeană (IKF-EUREKA-RO, EU-NCIT, CEC-WYS);
- dimensiunea acestor proiecte, exprimată prin gradul lor de complexitate, soluții numerice integrate, realizate la nivel de cercetare aplicativă;
- publicații de monografii și lucrări de referință cum ar fi:



**CENTRUL NAȚIONAL DE MANAGEMENT PROGRAME – CNMP**  
**Programul 4 – Parteneriate în domeniile prioritare**

- *Commande Optimale des Systèmes - Techniques d'Optimisation*, Editura Diderot, Paris, 1998 (în limba franceză);
- *Conducerea numerică a proceselor industriale*, Editura Printech, București, 2004;
- *Modélisation, Identification et Commande des Systèmes*, Editura Academiei Române, București, 2004 (în limba franceză);
- *Automatică industrială*, Editura AGIR, București, 2006.

**- experiența partenerilor în domeniu și realizarea de proiecte naționale/ internaționale**

**ASTI CONTROL SA** este realizator și utilizator de aparatură, echipamente numerice și de sisteme performante pentru automatizări din industria chimică, petrochimică, siderurgică. În ultimii ani, a colaborat cu UPB-ACPC la marile proiecte de tip RELANSIN sau CEEEX, devenind totodată și unul dintre sponsorii cu aparatură de laborator ai centrului de cercetare. Recent, ASTI SA se implică într-un program de interfațare dintre industrie și mediul academic, care are un dublu obiectiv:

- dotarea laboratoarelor de inginerie automatică și electronică din universități cu echipamente moderne și actuale, fabricate de către mari firme ca SIEMENS sau ELWE;
- facilitarea accesului firmelor din industrie la informații științifice de ultimă oră, la stagii de pregătire profesională și la recrutarea de personal valoros încă de pe băncile facultăților.

**DIGITAL CONTROL SA** este unul dintre cei mai vechi colaboratori ai centrului de cercetare ACCP, cu participare constantă, alături de acesta, la numeroase contracte de cercetare din România. Este proiectant și executant de module de interfață, microcontrollere, module de comunicație, sisteme hardware-software pentru aplicații în sectoare industriale importante.

Proiectul de monitorizare ecologică constituie o nouă direcție de cercetare pentru toți partenerii. Cu toate acestea, preocupări pentru analiza sistemelor ecologice există de aproximativ 10 ani în cadrul Facultății de Automatică și Calculatoare de la UPB. Din acest motiv, am considerat oportun să cooptăm în echipa de cercetare doi dintre membrii grupului de cercetare care are preocupări în domeniu (prof.dr.ing. Costică Nitu și as.drd.ing. Alexandru Dumitrașcu).

**- prezentarea modului în care tematica ofertei de proiect a generat implicări în proiecte europene (se nominalizează titlul, acronimul, numărul propunerii de proiect/ contract, după caz)**

Așa cum am mai menționat, tematica proiectului este relativ nouă. Este pentru prima dată când acest tip de proiect a fost propus de către acest grup de parteneri în România. Cu toate acestea, directorul de proiect – fost bursier post-doc al fundației germane Alexander von Humboldt – a inițiat o propunere de proiect similar în Germania, dar de complexitate mult mai mică (practic, constând doar în activitatea III.2 din planul de realizare de mai sus). Fundația Alexander von Humboldt și-a manifestat interesul pentru această cercetare și oferă un stagiu de 3 luni în Germania în scopul inițierii.

**- se va evidenția dacă directorul de proiect a condus sau conduce proiecte naționale (CEEEX – modulele I și III) sau internaționale (se nominalizează titlul, acronimul, numărul propunerii de proiect/ contract, după caz)**

Directorul de proiect nu conduce proiecte naționale de tip CEEEX, dar este implicat în cadrul celor derulate de către UPB-ACPC ca membru în echipa de cercetare. A condus însă proiecte finanțate de ANSTI și CNCSU. În plus, directorul de proiect a finalizat o serie de proiecte internaționale, tot în calitate de conducător. Lista proiectelor finalizate în calitate de conducător, care au tematică înrudită cu proiectului de față este următoarea:

1. *Enhancing the System Identification and Signal Processing Laboratory with a Mobile Identification, Processing and Diagnosis Unit*, finanțat de fundația Alexander von Humboldt, Germania.
  - Durată: 24 luni, Octombrie 2004 – Septembrie 2006.
2. *Fault Diagnosis and Prevention by Using Fuzzy Clustering and Time-Frequency Dictionaries*, finanțat de fundația Alexander von Humboldt, Germania și găzduit de Universitatea de științe aplicate din Konstanz, Germania.
  - Durată: 15 luni, Octombrie 2001 – Decembrie 2002.

## CENTRUL NAȚIONAL DE MANAGEMENT PROGRAME – CNMP

### Programul 4 – Parteneriate în domeniile prioritare

3. *Sistem expert pentru identificarea proceselor stocastice*, finanțat de ANSTI, România.
  - Durată: 12 luni, Octombrie 2000 – Octombrie 2001.
4. *Sistem de achiziție, compresie timp-frecvență și transmisie de date*, finanțat de CNCSU, România.
  - Durată: 3 luni, Octombrie 1998 – Decembrie 1998.
5. *Codage de la parole par Transformation en ondelettes discrettes*, finanțat de regiunea Rhône-Alpes, Franța și găzduit de Institutul Național Politehnic din Grenoble, Franța.
  - Durată: 3 luni, Martie 1995 – Mai 1995.
6. *Étude comparatif des méthodes temps-fréquence et temps-échelle sur des signaux de la parole réels*, finanțat de Uniunea Europeană și găzduit de Institutul Național Politehnic din Grenoble, Franța.
  - Durată: 3 luni, Octombrie 1994 – Decembrie 1994.

#### - metodele/ modalitățile de conducere, coordonare și comunicare pentru realizarea proiectului, corelat cu cerințele schemei de realizare a proiectului și defalcarea pe activități (optional graficul Gantt)

Graficul Gantt al repartizării activităților pe durata de derulare a proiectului se află în Anexa 2, fișa (suplimentară) GANTT-15. În afara acestor activități, proiectul va fi condus după următoarea strategie generală (numele persoanelor fiind extrase din Lista de personal LP-10):

- Directorul de proiect numește și colaborează (prin metodele moderne de comunicație) cu câte o persoană din partea fiecărui partener, care va avea rolul de responsabil științific. Persoanele desemnate sunt următoarele: **ș.i. dr. ing. Cătălin Petrescu** (Director tehnic UPB-ACPC), **ing. Sabin Stamatescu** (Manager general ASTI SA) și **drd. ing. Octavian Nicula** (Director DC SRL).
- Responsabilii științifici (împreună cu directorul de proiect) urmăresc îndeplinirea la timp și de calitate a sarcinilor din proiect care revin partenerului pe care îl coordonează. Totodată, ei vor furniza partea de raport scris de etapă care se referă la activitățile desfășurate și rezultate obținute.
- Directorul de proiect construiește rapoartele de etapă și le supune evaluării Comitetului științific al UPB-ACPC, înainte de predarea acestora către evaluatorii de program în derulare.
- Directorul de proiect dispune repartizarea fondurilor alocate, conform planului detaliat PR-13.

#### Resursele materiale, financiare și umane (maxim 1 pagină)

##### - resursele materiale, financiare și umane existente

Resursele materiale existente sunt enumerate în Anexa 2, fișa LE-12. S-a estimat că proiectul necesită suma de **1,1 milioane lei** din buget. Partea de cofinanțare ce revine fiecărui partener este specificată în Anexa 2, fișele IFG-08 și PR-13. Cei doi parteneri din industrie participă la **cofinanțare cu peste 25% din suma alocată acestora din buget**. Resursele umane necesare realizării proiectului sunt detaliate în Anexa 2, fișa LP-10. Toți participanții au studii superioare, iar CV-urile și listele lor de publicații sunt anexate imediat după fișa LP-10 (în ordinea din tabel). La acest proiect vor participa **20 de persoane**, dintre care: 4 profesori universitari, un conferențiar universitar, 3 șefi de lucrări, 5 asistenți, 2 cercetători și 5 ingineri.

##### - necesarul de resurse umane, materiale și financiare pentru realizarea proiectului

Resursele materiale necesare, care trebuie achiziționate sunt enumerate tot în Anexa 2, fișa LE-12 (și au fost amintite mai devreme, în această prezentare). **Suma alocată pentru dotări reprezintă aproximativ 25% din suma alocată de la buget**, așa cum ilustrează Anexa 2, fișa PR-13.

##### - modul de alocare și de utilizare a resurselor în funcție de obiectivele/activitățile proiectului prevăzute în planul de realizare

Anexa 2, fișele PR-13 și (suplimentară) CP-16 detaliază maniera de alocare a resurselor financiare și umane pe fiecare activitate a proiectului. Administrarea resurselor financiare revine serviciului financiar-contabil al UPB, în colaborare cu centrul de cercetare ACPC, cu directorul de proiect și cu responsabilii științifici din partea partenerilor.