

PREZENTAREA PROIECTULUI

1. Importanța și relevanța conținutului științific

Analiza seriilor cronologice este un domeniu vast de studiu, implicând abordări multiple, atât în domeniul timpului [1-5], cât și al frecvențelor [6]. După apariția lucrării [1], studiul seriilor de timp staționare a luat amploare, remarcându-se aplicațiile din domeniul economic – financiar [8-13], al electronicii și telecomunicațiilor, procesării imaginilor [14] și al medicinei [15-17]. Dificultățile care apar în modelarea seriilor de timp staționare constă, în principal, în: prezenta zgomotului, elaborarea tehnicilor de estimare și înlăturare a acestuia [18-20], detectarea și măsurarea perturbărilor [21, 22], dependența lungă în timp a datelor [23-26], propagarea erorilor. La toate acestea se adaugă problemele legate de acuratețea datelor deținute.

În general, modelele din științele naturii [27-31] au o componentă deterministă și una stocastică. Modelele pur stocastice sunt utilizate dacă nu sunt deținute cunoștințe asupra cauzalității fenomenului; cele pur deterministe sunt dezvoltate mai ales în meteorologie și încearcă să reproducă dinamica câmpului de precipitații, bazându-se pe ecuațiile Navier-Stokes, trunchiate și aproximative, apoi integrate numeric (în ipoteza omogenității de scară) [32, 33]. În ciuda simplificărilor, ecuațiile rezultate rămân complexe, calculul este dificil, iar scările sunt studiate independent unele de altele. Rezultă ca se impune îmbunătățirea algoritmului și a metodologiei de calcul.

Propunem o abordare nouă a problemelor, care va da posibilitatea transferului de informații între locuri geografice diferite sau la scări mai mici. Aceasta va asigura cuantificarea erorilor - care se pot retranscrie în termeni de risc și va duce la obținerea unor modele operaționale.

Există tendința de a se lucra în ipoteze restrictive asupra datelor (staționaritate, homoscedasticitate, independența etc.) sau se încearcă aducerea acestora la tipare standard, prin diferite transformări. Ori, în mare parte, seriile din hidrologie sunt staționare [34, 29] și homoscedastice, necesitând procedee de descompunere, pentru modelare. În plus, ele, urmează legi statistice variate [35, 36], iar datele nu sunt independente – prezentând, de regulă, o dependență lungă sau scurtă în timp.

Existența dependenței lungi (și calculul parametrului Hurst) a seriilor din hidrologie suscită un interes deosebit deoarece, în ciuda clarelor formulări teoretice, determinarea sa este dificilă practic [37 - 41].

Uneori sunt invocate abuziv teorema limită centrală sau legea slabă a numerelor mari (despre care se știe că funcționează pentru variabile independente, identic repartizate și normal distribuite) [42, 43], ca în cazul determinării distribuției unor evenimente extreme [44].

Abaterile de la legea normală ale distribuțiilor empirice sunt confirmate experimental [36], ducând la căutarea unor legi asimetrice care să descrie fenomenele din natură [35]. Există și posibilitatea înlăturării valorilor considerate aberante, dar modelele obținute nu vor putea fi utilizate pentru predicția evenimentelor rare.

Predeterminarea extremelor, bazată pe metode sofisticate ale ajustării legilor de probabilitate, rămâne sensibilă la erorile de esanționaj și la cele derivate din alegerea legilor de probabilitate [45].

Modelele construite în jurul unei sigure scări sunt inadecvate datorită legăturilor între realizarea fenomenului pe diferite scări. Modelele multiscala spațiale și spatio – temporale [46 - 49] privilegiază una dintre scări, nejustificat din punct de vedere fizic. *Pentru conformare la realitate, acestea ar trebui să reprezinte o serie la diferite scări, cu aceleași valori ale parametrilor. Modelarea fractală [50 - 56] și multifractală [57 - 61] constituie un instrument susceptibil să rezolve problemele prezentate, ce urmează a fi utilizat.*

Abordarea multifractală vizează legarea scării și intensității proceselor în cascada concentrând materie și energie în domeniul spatio-temporal din ce în ce mai restrâns. În cadrul multifractal toate singularitățile (care sunt medii, ca extreme) sunt generate de același proces elementar. Această legătură între extreme și media unui câmp poate fi înțeleasă prin proprietăți de universalitate: deși un câmp multifractal depinde de un număr infinit de parametri, numai un număr mic dintre aceștia este semnificativ. Legătura directă dintre câmpul mediu și extreme poate fi făcută și cu ajutorul fenomenului de autoorganizare critică [62, 63].

Bibliografie selectivă

- [1] G. E. P. Box, G. M. Jenkins, Time series analysis: Forecasting and Control, Holden – Day, San Francisco, 1976
- [2] P. J. Brockwell, R. A. Davis, Time series: theory and methods, Springer - Verlag, 1987
- [3] J. Gottman, Time-series analysis, Cambridge University Press, Cambridge, 1991
- [4] C. Gourieroux, A. Monfort, Series temporelles et modeles dynamiques, Economica, Paris, 1990
- [5] M. Vate, Statistique chronologique et prevision, Economica, Paris, 2003
- [6] G.M. Jenkins, W. Watts, Spectral analysis and its applications, Holden Day, San Francisco, 1968
- [7] D.R. Brillinger, Time series analysis: data and theory, Prentice Hall, 2001
- [8] J. Bourbonais, Cours et exercices d' econometrie, Dunod, Paris, 2003
- [9] J.J. Droesbeke, B. Fishet, P. Tassi, Series chronologiques. Theorie et pratique des modeles ARIMA, Economica, Paris, 1989

- [10] R.A. Haugen, *Modern investment theory*, Prentice Hall Inc., 1997
- [11] B. Jacquillat, B. Solnik, *Les marches financiers et la gestion de portefeuille*, Ed. Dunod, Paris, 1995
- [12] W.F. Sharpe, G.J. Alexander, J.V. Bailey, *Investments*, Prentice Hall International Editions, 1995
- [13] S. Taylor, *Modeling Financial Time Series*, J. Willey & Sons, Chichester, 1995
- [14] S. Marshall, G. Sicuranza (editors), *Advances in Nonlinear Signal and Image Processing*, Hindawi Publishing Corporation, 2006
- [15] G. Staude, C. Flachenecker, M. Daumer, W. Wolf, Onset detection in surface electromyographic signals: a systematic comparison of methods, *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, 2001, p.67 – 81
- [16] R. Carniel, E. Del Pin, R. Budai, P. Pascolo, Identifying timescales and possible precursors of awake to asleep transition in EOG time series, *Chaos, solitons& fractals*, 23, 2005, p.1259 - 1266
- [17] F. Castells, P. Laguna, L. Sörnmo, A. Bollmann, J. M. Roig, Principal Component Analysis in ECG Signal Processing, *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, 2007, p.65-76
- [18] J.Hu, J.B. Gao, K.D. White, Estimating measurement noise in a time series by exploiting nonstationarity, *Chaos, solitons and fractals*, 22, 2004, p.807-819
- [19] R. Huez, D. Nuzillard, A. Billat, Denoising using blind source separation for pyroelectric sensors, *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, 2001, p.53 -65
- [20] O. Sayadi, M.B. Shamsollahi, Multiadaptive Bionic Wavelet Transform: Application to ECG Denoising and Baseline Wandering Reduction, *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, 2007, p.101-112
- [21] G. Ortega, L. Romanelli, Detecting hidden frequencies in dynamical time series: a numerical report, *Chaos, solitons and fractals*, 22, 2004, p.411 – 415
- [22] A.Kingumbi, Z. Bargaoui, P. Hubert, Investigation on the rainfall variability in the central Tunisia, *Hydrological Sciences Journal*, 50(3), 2005, P.493-508
- [23] R. Dmowska, B. Saltzmann, Long-range persistence in geophysical time series, Willey and Sons, 1999
- [24] C. Genest, J.C. Boies, Detecting dependence with Kendall plots, *The American Statistician*, 57, 2003, p.275 -284
- [25] P. Doukhan, G. Oppenheim, M.S.Taqqu (editors), *Theory and Applications of Long-Range Dependence*, Birkhauser, Boston, 2003
- [26] J.A Gubner, Theorems and fallacies in the theory of long-range-dependent Processes, *IEEE Transactions on Information Theory*, vol. 51, Issue 3, 2005, p.1234 – 1239
- [27] H. Bendjoudi, P. Hubert, Le coefficient de Gravelius: analyse critique d'un indice de forme des bassins versants, *Journal des Sciences Hydrologiques*, 47(6), 2002, p. 921-930.
- [28] P. Hubert, La predetermination des crues, *C.R. Geosciences* 337, 2004, p.219-227
- [29] D. Schertzer, Y. Tchiginskaya, S. Lovejoy, P. Hubert, H. Bendjoudi, M. Larcheveque, Which chaos in the rainfall-runoff process? *Hydrological Sciences-Journal-des Sciences Hydrologiques*, 47, 1, 2002, p.139-149.
- [30] D. Schertzer, S. Lovejoy, Uncertainty and Predictability in Geophysics: Chaos and Multifractal Insights, In: *State of the Planet, Frontiers and Challenges in Geophysics*, AGU, Washington, 2004, p. 317-334
- [31] C.E.M. Tucci, *Hidrologia, ciencia e applicacao*, Ed. de Universidad, Porto Alegre, 1993
- [32] C. Chalons, F. Coquel, Navier-Stokes equations with several independent pressure laws and explicit predictor – corrector schemes, *Numeriske Matematik*, 101, 2005, p.451-478
- [33] Y.N. He, K.M.Liu, A multilevel finite element method for time-dependent Navier–Stokes equations, *Numerical Methods for PDES*, publicat online, 20.04.2005
- [34] P. Hubert, The segmentation procedure as a tool for discrete modeling of hydrometeorological regimes, *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 14, 2000, p. 297-304
- [35] M. Mitzenmacher, A Brief History of Generative Models for Power Law and Lognormal Distributions, *Internet Mathematics* 1, 2003, p. 226 - 251
- [36] H. Benjoudi, P. Hubert, A propos de la distribution statistique des cumuls pluviométriques annuels. Faut-il en finir avec la normalité?, *Revue des Sciences de l'eau*, 4, 1998, p.617-630
- [37] J.M. Bardet, G. Lang, G. Oppenheim, A. Phillippe, S. Stoev, and M. S. Taqqu. Semi-parametric estimation of the long-range dependence parameter: A survey. In P. Doukhan, G. Oppenheim, M. S. Taqqu, editors, *Theory and Applications of Long- Range Dependence*, Birkhauser, 2003, p. 557–577.
- [38] J. M. Bardet, G. Lang, G. Oppenheim, A. Phillippe, and M. S. Taqqu, Generators of long-range dependent processes: A survey. In *Theory and Applications of Long-Range Dependence*, Birkhauser, 2003, p. 579– 623
- [39] R. G. Clegg, A practical guide to measuring the Hurst parameter, *International Journal of Simulation: Systems, Science and Technology*, 7, 2006, p. 3-14
- [40] J. Geweke, S. Porter-Hudak, The estimation and application of long memory time series models, *Journal of Time Series Analysis*, 4, 1983, p. 221-238
- [41] M. Taqqu, S. Stoev, Ch. Park, J. S. Marron, On the wavelet spectrum diagnostic for Hurst parameter estimation, *Computer Networks*, 48, 2005, p. 423 – 445
- [42] S. Lovejoy, M. Lilley, N. Desaulniers-Soucy, D. Schertzer, The large particle number limit in Rain, *Phys. Rev. E* 68, 2003, 025301.
- [43] H. Perron, B. Bobee, L. Perault, P. Bruneau, Estimation des evenements hydrologiques extremes, *Comptes Rendues des Rencontres hydrologiques Franco-Roumaines de Tulcea*, Unesco, Paris, publication SC-96/WS/19, vol.2, p.363-372

- [44] P. Hubert, Tchiguirinskaia, I., Schertzer, D., Bendjoudi, H., Lovejoy, S. 2006: Predetermination of floods, Extreme Hydrological Events: New Concepts for Security, Springer Nato Science Series: IV: Earth and Environmental, Sciences, Vol.78, 2006, p.185-198
- [45] D. Schertzer, P. Bernardara, A. Biaou, I. Tchiguirinskaia, M. Lang, E. Sauquet, H. Bendjoudi, P. Hubert, S. Lovejoy and J. M. Veysseire: Extremes et multifractals en hydrologie: resultats, validations et perspectives. Houille Blanche 5, 2006, p. 112-119
- [46] C. le Bris, Systemes multi-echelles, Mathematiques et applications, vol. 47, 2005
- [47] P. Hubert, Des crues et des echelles, la Houille Blanche, 7/8, 1999, p.83-87
- [48] I. Tchiguirinskaia, D. Schertzer, P. Hubert, H. Bendjoudi, S. Lovejoy: Multiscaling geophysics and sustainable development in Scales in Hydrology and Water Management, IAHS Press, Wallingford, 2004, p.111-137
- [49] D. Schertzer, S. Lovejoy, Physically based rain and cloud modelling by anisotropic scaling of multiplicative processes, Journal of Geophysical Research D, 92, 2004, p. 9693 - 9714
- [50] C.C. Barton, P.R. La Pointe, Fractals in the Earth Sciences, Plenum Press, 1995.
- [51] K. Falconer, Fractal geometry: Mathematical foundations and applications, J.Willey and Sons, 2005
- [52] J. Kigami, Analysis on fractals, CRC Press, 2001
- [53] B.B. Mandelbrot, The fractal geometry of nature, Freeman, San Francisco, 1983
- [54] H. Peitgen, H. Jurgens, D. Saupe, Chaos and fractals, Springer, 2004
- [55] H. Takayasu, Fractals in the Physical Sciences. Manchester University Press, 1990
- [56] D.L. Turcotte, Fractals and Chaos in Geology and Geophysics, Cambridge University Press, 1992
- [57] H. Benjoudi, P. Hubert, Interpretation multifractale des courbes intensite-dure-frequence des precipitations, C.R.A.S., 35, 2000, p.323-326
- [58] M.I.P. De Lima, Multifractals and the temporal structure of rainfall, Raport: Wageningen Agricultural University, 1998
- [59] P. Hubert, H. Bendjoudi, D. Schertzer, S. Lovejoy, Multifractal taming of extreme hydrometeorological events, The Extremes of the Extremes, IAHS Publ. n° 271, 2002, p. 51-56.
- [60] P. Hubert, I. Tchiguirinskaia, D. Schertzer, H. Bendjoudi, S. Lovejoy, Scaling, fractals and multifractals in hydrology: premises and perspectives, J. of Appl. Hydrol. 16, 2003, p.1-9
- [61] S.Lovejoy, D. Schertzer, Multifractals, cloud radiances and rain, J. Hydrol. 322, 2006, p.59-88.
- [62] B.B. Mandelbrot, Multifractals and 1/f noise: wild self-affinity in physics, Springer, 1999
- [63] B.B. Mandelbrot, Gaussian self-affinity and fractals: globaliy, the earth, 1/f noise on R/S: Springer, 2002

2. Obiectivele proiectului

- Proiectul are ca *obiectiv general* largirea ariei cunostintelor legate de modelarea seriilor de timp din hidrologie si aplicarea acestora la rezolvarea unor probleme concrete (precipitatiile din zona Dobrogea).

Cele mai importante probleme care vor fi rezolvate in realizarea proiectului propus sunt legate de modelarea multiscala, dependenta lunga in timp si prezenta zgomotului.

1. Desi bine cunoscuta, metoda descompunerii seriilor de timp in trend, componenta sezoniera si aleatoare, a fost folosita in special in domeniul stiintelor economice. Propunem aplicarea acesteia pe modele aditive sau multiplicative si studiul statistic al reziduurilor rezultate. Acesta deoarece, pe de o parte, pentru datele legate de precipitatii se poate avea in vedere o prezenta a sezonality, iar pe de alta parte, analiza reziduurilor poate da o indicatie asupra pasilor de urmat in continuare in modelarea seriilor.

2. In general, datele sunt dependente unele de altele, nu sunt constante in medie si dispersie aparand problema detectarii dependentei lor in timp.

Pentru medelarea seriilor stationare de precipitatii se va aplica metodologia Box-Jenkins, nefolosita pana acum pentru date de acest tip (desi utilizate la modelarea debitelor unor rauri) si care da posibilitatea obtinerii de predictii pe termen scurt.

Dependenta lunga (LRD) este legata de prezenta autosimilaritatii statistice, care poate fi caracterizata prin parametrul de autosimilaritate H . Daca un proces autosimilar are parametrul de crestere stationar si daca $H \in (1/2, 1)$, atunci cresterile formeaza un proces cu dependenta lunga, cu parametrul Hurst H .

LRD este o proprietate statistica cu care se lucreaza dificil. Ea poate fi gandita: in domeniul timpului (unde se manifesta ca o corelatie de ordin ridicat intre puncte situate la distanta mare, unde numai cateva esantioane sunt disponibile si erorile de masurare sunt cele mai mari) și in domeniul frecventelor (unde apare ca nivel semnificativ al puterii, la frecvente apropiate de zero, unde este greu a face masuratorile).

Seriile cu LRD converg incet la medie. In timp ce parametrul Hurst este perfect definit, din punct de vedere matematic, el este greu de masurat deoarece forma densitatii spectrale trebuie cunoscuta a priori. Unele dintre cele mai precise metode de estimare (estimatorul Whittle, Whittle agregat, local Whittle) sunt parametrice. Daca functia de densitate spectrala nu este corecta, atunci H estimat poate fi deplasat. Ca urmare, se va avea in vedere imbunatatirea metodelor bazate pe periodograma, pentru estimarea si reducerea deplasarii

lui H .

De asemenea se va incerca aplicarea unei metode care consta in reprezentarea estimatorilor lui H ca functie de un parametru care balanseaza deplasarea fata de varianta. Metoda va fi testata pe semnale simulate si va fi utilizata in corelatie cu alte metode de determinare a lui H , in aplicatiile la datele concrete. Un program pentru calculul lui H va fi elaborat.

3. In fizica, geofizica, hidrologie, meteorologie etc. cercetarile, studiile, dezvoltarile tehnologice si operationale se lovesc de o dificultate fundamentala: extrema variabilitate a campurilor pe o gama prea mari de scari in spatiu si timp, provenind din interactiunile puternic neliniare, nu numai intre scari, ci si intre diferite fenomene. Pentru a depasi aceasta dificultate, fara a apela la parametrizari artificiale, vom incerca dezvoltarea de instrumente specifice, conceptuale si tehnice, in vederea obtinerii unor reprezentari teoretice simple si a unor metode de evaluare cantitativa a acestei variabilitati, putand sa se repete de maniera simpla la diferite scari. Aceasta implica folosirea invariantei de scara sau fractale, degajand o abordare unificatoare in domeniile precizate.

4. Prezenta zgomotului este unul dintre impiedimentele care afecteaza acuratetea datelor si care poate afecta corectitudinea unui model matematic. Pentru serii stationare se cunosc metode interesante de detectare si/sau inlaturare a acestuia. In cazul seriilor nestationare exista cateva abordari recente (bazate pe punctele recurenta, analiza sumei de corelatie incrucisata) pentru sistemele dinamice, in care se cunosc legile de evolutie. In studiul nostru se va incerca aplica o metoda bazata pe determinarea seriei curbelor deplasarii logaritmice, aplicata pe portiuni cvasi-stationare ale seriei, avand in vedere ca legea de evolutie este necunoscuta. De asemenea, se vor determina frecventele ascunse (puse in evidenta prin analiza Fourier), prin adaptarea unui algoritm ce foloseste punctele de recurenta si care functioneaza pe cazuri simulate.

Sintetizand, rezulta ca *obiectivele specifice* ale proiectului sunt:

- evaluarea critica a metodelor cunoscute de analiza a seriilor de timp, cu evidentierea limitelor lor;
- generalizarea unor metode de analiza si elaborarea unora noi in vederea utilizarii lor la modelarea seriilor de timp din hidrologie (precipitatii zilnice, lunare, anuale, maxime in 24 ore)
- determinarea unor modele de tip ARIMA/ FARIMA pentru seriile de precipitatii;
- caracterizarea seriilor mentionate prin intermediul dimensiunii fractionare (Box, Hausdorff);
- elaborarea unor modele multifractale pentru seriile studiate si compararea cu modelele clasice (deterministe);
- studiul robustetii modelelor propuse.
- *Contributiile originale vizate* in tema propusa de proiect sunt:
 - studiul sistematic al precipitatiilor in zona Dobrogea, in ultimii 50 ani;
 - studiul tipului seriilor precipitatiilor si abordarea diferita, functie de stationaritatea/nestationaritatea lor;
 - realizarea unor programe de calcul al dimensiunii Box si coeficientului Hurst, utilizate in studiile de caz.
 - predictia aparitiei precipitatiilor (in particular, a celor torentiale) in zona Dobrogea, pe baza modelelor realizate.
- Consideram ca proiectul este *important* pentru domeniu deoarece:
 - isi propune studiul unei serii de hidrologice neutilizate pana in prezent, folosind metode noi de modelare si predictie a seriilor de timp;
 - isi propune verificarea unor ipoteze legate de legea de distributie a evenimentelor extreme (ploi torentiale) la nivel mondial, venind sa completeze cunostintele in domeniu.
 - se incadreaza in directiile de cercetare din domeniul hidrologiei pe plan mondial;
 - utilizarea analizei fractale elimina dificultatile legate de existenta scarilor de masura diferite.
- *Impactul estimat al proiectului:*
 - exista posibilitatea aplicarii metodelor dezvoltate in modelarea fenomenelor naturii;
 - se deschid noi directii de cercetare in domenii in care se pot aplica aceste modele (hidrologie, meteorologie, biologie etc);
 - se intensifica procesului de cercetare, prin cresterea volumului de informatii prelucrate, programele elaborate putand fi folosite atat in scop didactic cat si stiintific, pentru studii de caz similare sau in cazul aparitiei detelor cu dependente lunga, nestationare etc.
 - prin confirmarea sau infirmarea ipotezelor mentionate, se pot aprofunda problemele studiate si se deschid noi directii de investigare a fenomenelor hidrologice;
 - rezultatele prognozelor pot fi aplicate in vederea planificarii lucrarilor de irigatii in zona Dobrogea.

• *Caracterul interdisciplinar:*

Seriile de timp din hidrologie se incadreaza in larga gama a seriilor de timp. Ca urmare, elaborarea unor metode de analiza, generalizarea celor cunoscute sau imbunatatirea lor sunt de importanta pentru toate domeniile in care apar serii cronologice (economic, finante, electronica, telecomunicatii, fizica, medicina).

Proiectul de fata are, deci, un caracter interdisciplinar, implicand participarea specialistilor din domeniul hidrologiei, cat si a matematicienilor. Aceasta deoarece metodele matematice trebuie adaptate domeniului de cercetare, modelele rezultate trebuind sa aiba semnificatie fizica, rezultatele putand fi interpretate si utilizate in

scopul predicției fenomenelor studiate.

Caracterul interdisciplinar al cercetării rezulta și din utilizarea instrumentelor statistice pentru analiza seriilor constituite, determinarea parametrilor și validarea modelelor, ca și predicția evenimentelor. Acestea implică utilizarea și/sau elaborarea de programe informatice (de exemplu, pentru calculul dimensiunii Box și coeficientului Hurst) în scopul creșterii randamentului prelucrării și interpretării datelor, rezultatele cercetărilor putând fi utilizate în egala măsură de hidrologi și matematicieni.

3. Metodologia cercetării

În cadrul proiectului se vor obține atât modele deterministe ale seriilor precipitațiilor, cât și modele stocastice.

- *Etapela modelării deterministe*

1. Conceptualizarea: alegerea dimensiunii modelului (1D, 2D, 3D), a ipotezelor de lucru, realizarea sintezei datelor care sunt la dispoziție, alegerea condițiilor la limită și a condițiilor inițiale, identificarea variabilelor modelului (de intrare, de stare, de ieșire) și parametrilor săi;

2. Alegerea tipului de model, bazat pe criteriile: obiectivul urmărit, simplitatea modelului, posibilitatea determinării parametrilor, lungimea seriei de date etc.

3. Calibrarea modelului (calarea), care presupune estimarea parametrilor necunoscuți astfel încât simularea răspunsurilor să fie cât mai aproape de realitate. Operația comportă etapele de alegere a evenimentelor și estimarea parametrilor propriu-zisi.

4. Validarea modelului, care presupune: alegerea finală a valorilor parametrilor modelului, aplicarea modelului pe un esanțion de evenimente cunoscute, dar nefolosite în calare, aprecierea rezultatelor și calculul erorilor.

5. Analiza de sensibilitate, care permite: ierarhizarea importanței parametrilor, testarea influenței erorilor de măsură asupra parametrilor, interpretarea caracterului general al modelului și șansele lui de a fi folosit în afara domeniului de calare. Ea este utilizată pentru a verifica dacă modelul este coerent cu teoria, a indica efectul erorilor fiecărei variabile de intrare sau a fiecărui parametru asupra variabilei de ieșire, a identifica parametrii și variabilele de intrare cei mai sensibili. Pentru că nu se pot determina sursele de incertitudine se folosește metoda Monte Carlo pentru analiza variabilei de ieșire.

- *Etapela modelării stocastice*

1. Constituirea seriei de date, care presupune preanaliza și calarea;

2. Definirea variabilei caracteristice;

3. Controlul seriei de valori prin:

- metode hidrologice (dublul cumul, cumulul reziduurilor)

- teste asupra caracterului aleator (Kendall), autocorelației (coeficienți de corelație, funcția de autocorelație - ACF și autocorelație parțială - PACF), tendința (Spermann, Wald-Wolfowitz, Andersen), rupțura (Mann-Witney, Buissard).

4. Studiul dependenței lungi sau scurte și a staționarității seriei.

5. Propunerea modelelor posibile. În funcție de rezultatul obținut la etapa 4, se alege tipul modelului.

În cazul seriilor cu dependență scurtă se va încerca determinarea unor modele de tip ARMA. În caz contrar, există opțiunea de a se determina un model de tip FARIMA (care este generalizarea proceselor ARIMA(p, d, q), pentru d fracționar) sau construcția de cascade multifractale și se determină parametrul Hurst, de autosimilaritate. Acestea vor servi pentru a modela valorile extreme. Pentru acestea:

- Se determină nivelul pentru care probabilitatea ca acesta să fie depășit să aibă o valoare impusă, q, și probabilitatea ca valoarea anuală cea mai ridicată (pentru cumulul pluvial, de exemplu) să fie superioară unui anumit nivel, cu o probabilitate dată, p;

- Se urmărește testarea ipotezei că pentru o durată de revenire mai mare de 20 ani, funcția de distribuție a precipitațiilor anuale este de natură hiperbolică.

- *Avantajele metodelor de modelare stocastică propuse sunt:*

- se pot aplica pentru orice tip de serie de timp;

- algoritmi de calcul sunt relativ simpli de programat;

- elimină dificultățile legate de alegerea scarilor de reprezentare;

- reprezintă o alternativă la modelarea clasică, deci un instrument de construcție a unor modele alternative (sau noi) în situații în care nu se pot obține rezultate convenabile sau metodologia de lucru este extrem de laborioasă.

4. Resurse necesare:

4.1 Resursa umana

4.1.1. Directorul de proiect

4.1.1.1 Competenta stiintifica a directorului de proiect

Directorul de proiect este doctor in Matematici al Universitatii A.I. Cuza Iasi (1997) si Stiinte Economice al ASE Bucuresti (2003), licentiat in Matematica (1987) si Stiinte Juridice (1996). A beneficiat de burse de specializare in Italia – ICTP Trieste (2004) si Germania (2005) si a castigat o bursa in 2007 (iulie-august, Graz, Austria).

- Directorul de proiect a fost chairman la:

- The 3-rd International Conference on Applied Mathematics, 13-16.10.2002, Baia Mare;
- Conference 2004: Dynamical systems and applications, Antalya, Turky, 5 - 10.04.2004;
- Va fi chairman la Conference 2007: Dynamical systems and applications, Selcuk, Turky, 1 - 7.07.2007.

- In ultimii 5 ani a fost in comitetul de organizare al:

- International Working Conference on Analysis and Optimization of Differential Systems, sept.2002, Constanta;
- Pannonian Applied Mathematical Meetings Interuniversity Network in Central Europe, 2002, Constanta;
- The 7th Balkan Conference on Operational Research, 25 - 28.05.2005, Constanta.

- In ultimii 5 ani a participat la 25 conferinte internationale; dintre acestea:

- Conference on Dynamical systems and applications, Antalya, Turky, 2004;
- Conference on Practical applications of fractals, Abdus Salam ICTP - Trieste, Italy, 2004;
- Congreso InternacionaI Mediterraneo de Matematicas, Almeria, Espana, 2005;
- Second Conference on Self-Similarity and Applications, Toulouse, France, 2005;
- Modern statistics: Theory and Applications, Kiev, Ukraine, 2006.

- A fost referent (2005) la International Journal of Pure and Applied Mathematical Sciences.

• Activitatea de cercetare in domeniile: Modelare matematica (Serii de timp, Fractali), Statistica matematica si economica, Economie.

Activitatea stiintifica este concretizata in:

- 15 carti, dintre care 3 monografii;
- 61 de articole, dintre care 28 in reviste straine sau proceedings -uri ale unor conferinte internationale (3 ISI, restul cotate in BDI) si 4 in reviste ale Academiei Romane;
- participarea, in ultimii 5 ani, in echipe de cercetare a trei proiecte finalizate (la Universitatea Ovidius, Facultatile de Constructii si respectiv Matematica si Informatica) si unul in curs de derulare:

- Grant CNCISIS 1075/2005: *Algebra computacionala si aplicatii in geometrie si informatica* - membru; valoare 20000 lei;

- Grant CNCISIS 1071/2005, Temele 1/2005, 2/2006, 3/2007: *Modelarea si optimizarea circulatiei si inmagazinarii apei in stratul activ de sol*; valoare 20000 lei.

Tematicile proiectelor de cercetare au vizat: modelarea proceselor climatice ce participa la dimensionarea unui sistem de irigatii in zonele secetoase, optimizarea schemelor hidrotehnice in sisteme de irigatii, modelarea matematica a proceselor in zona nesaturata, algebra computacionala si aplicatii in geometrie si informatica.

Contributiile personale au constat in: elaborarea de modele folosite in activitati didactice si de modele de evaluare a consumurilor de apa si a cheltuielilor subventionate si nesubventionate; analiza unor indicatori tehnici si economici pe baza graficelor de variatie ale acestora, pentru diferite grade de utilizare ale sistemului; alcatuirea unei baze de date, necesara in perspectiva alegerii solutiilor de modernizare ale sistemului ce a constituit studiul de caz; evidentierea zonelor neperformante din punct de vedere economic, pentru imbunatatirea randamentului decizional in conducerea operativa a unui sistem de irigatii; modelarea matematica a fenomenului circulatiei si inmagazinarii apei in stratul activ de sol, determinarea expresiei analitice a functiei care descrie circulatia si inmagazinarea in stratul activ de sol, stabilirea relatiei pentru calculul conductivitatii hidraulice.

- colaborarea la cercetari interdisciplinare, in directiile:

- studiul cavitatiei ultraacustice in diverse lichide stationare: participarea la realizarea experimentelor de captare a semnalului indus de bulele de cavitatie in camp ultrasonor si realizarea modelelor matematice pentru semnalele captate in diferite medii;

- modele ale coroziunii unor materiale in diverse lichide stationare;

- extragerea tiolilor cu solutii alcaline din titei brut in coloane cu umplutura: s-au obtinut modele ale dependentei coeficientului transferului de masa de porozitatea umpluturii, concentratia NaOH, aria specifica a umpluturii si viteza superficiala a fazei disperse.

- Contributii teoretice esentiale: analiza seriilor de timp si studiul dimensiunilor fractionare ale unor multimi.

In toate lucrarile realizate, studiul seriilor cronologice a ocupat un loc central, caracteristica lor esentiala rezidand in dependenta fenomenelor studiate de timp, concept esential din punct de vedere stiintific, dar si filozofic. Analiza unei serii de timp poate fi facuta atat in domeniul frecventelor, cat si in cel al timpului. In multe ramuri ale stiintei (astronomia, meteorologia si hidrologia, fizica, electronica si electrotehnica, chimie, medicina, demografie, economie, finante) apar probleme legate de seriile cronologice. Tinand cont de spectrul larg al aplicatiilor in acest domeniu, am dezvoltat studii in domeniile demografiei (modelarea evolutiei numarului populatiei in Romania), economic si financiar (portofolii) si, pe de alta parte, in domeniile fizicii si hidrologiei.

Funcție de specificul problemelor concrete tratate s-au folosit metodele clasice de descompunere a seriilor de timp (in general, pentru probleme economice), metode Box-Jenkins ori au fost elaborate metode proprii. Testarea si validarea modelelor pentru fenomenele nedeterministe a fost facuta folosind metode statistice.

- *Lucrari semnificative in domeniul temei propuse:*

1. A. Barbulescu, *Serii de timp si aplicatii*, Editura Junimea, Iasi, 2002
2. A. Barbulescu, *A model for the water leakage after a torrential rain*, Bulletin for Applied & Computer Mathematics, Technical University of Budapest, XCVIII – C, 2003, p.133 – 138
3. C. Maftai, A. Barbulescu, *Program for the management of the pluviometrical and limnimetrical data*, Conference 2004: Dynamical systems and applications, Antalya, Turkey, 2004, p.508 – 514
4. A. Barbulescu, *Hausdorff h-measure and Box dimension of some sets*, Workshop on Fractal Analysis, Eisenach, Germany, 11 – 17.09.2005, <http://www.minet.uni-jena.de/~cfa-ln.html>
5. A. Barbulescu, *The estimation of the graph Box dimension of a class of fractals*, The 7th Balkan Conference on Operational Research, Constanta, 25 - 28.05.2005, <http://fmi.unibuc.ro/balkan-conf/CD/Section1/index.html>

4.1.1.2. Competenta manageriala a directorului de proiect

Contract de cercetare castigat prin competitie nationala de directorul de proiect:
Grant CNCSIS 902/2007 - Studii privind materialele metalice folosite in constructiile de nave. Modelarea pierderilor de masa in diferite medii. Valoarea grantului: 39035 lei pe 2007.

4.1.2. Echipa de cercetare

Lista membrilor echipei de cercetare: (Fara directorul de proiect)

Nr. crt.	Nume si prenume	Anul nasterii	Titlul didactic stiintific *	Doctorat **	Semnatura
1	Maftai Carmen Elena	1965	conferentiar	DA	
2	Pelican Elena	1975	lector	Doctorand	
3	Teodorescu Dacian Constantin	1972	cercetator	Doctorand	
4	Buta Constantin	1979	asistent	Doctorand	

4.1.2.1. Cercetatori cu experienta

Maftai Carmen Elena este doctor in Inginerie civila - Hidrologie Continentale al Universitatii din Constanta si Academie de Montpellier, din 2002.

- *Experienta* de 19 ani poate fi impartita in doua perioade si anume:

- perioada 1988-1993, in care a desfasurat activitatea ca inginer la societati de imbunatatiri funciare;
- perioada 1993 – prezent, in care desfasoara o activitate didactica si de cercetare la Universitatea Ovidius Constanta, Facultatea de constructii.

In perioada 1996-1998 a urmat cursurile academice postuniversitare *Ingineria resurselor de apa* de la Universitatea Tehnica de Constructii Bucuresti. Ca urmare a rezultatelor obtinute, a obtinut o bursa la IRD Montpellier – Franta. In aceasta perioada de 3 luni a lucrat in cadrul grantului HAPEX – Sahel, la analiza datelor (hidrologice, climatice, pedologice, geomorfologice, etc.) observate pe bazinul hidrografic Wankama-mare, in scopul de a cala si valida doua modele matematice hidrologice, unul de tip black-box si unul de tip mecanicist. In noiembrie 1997 a efectuat o deplasare tot la IRD Montpellier in cadrul grantului CATCH, unde a lucrat in cadrul echipei de cercetare UR1 la realizarea unui model matematic ploaie-debit. In urma unei conventii de co-tutela a efectuat doua stagii de pregatire la Universitatea Montpellier II, laborator de primire fiind laboratorul de hidrologie de la IRD Montpellier. Cele doua stagii de pregatire au fost finantate prin programul *Postgraduate*

Academic Studies and Doctoral Thesis in the Field of Water Resources, desfasurat de Universitatea Tehnica de Constructii Bucuresti. Experienta acumulata in aceste stagii de pregatire, dar si cea acumulata in perioada anterioara sunt cumulate in teza de doctorat cu titlul *Etudes concernant les ecoulements superficiels*. Din cele expuse mai sus reiese ca pregatirea d-nei conferentiar Carmen Maftai a fost directionata cu precadere catre domeniul hidrologiei si modelarii hidrologice.

- *Domeniile de competenta* sunt: detalierea mecanismelor ciclului hidrologic pe bazine hidrografice mici

(studiu de caz: bazinul hidrografic Voinesti, situat in vestul Subcarpatilor de curbura, la aproximativ 20 km de Targoviste) punand accent pe precipitatii, evapotranspiratie si transferul hidric in zona nesaturata, studiul scurgerii superficiale prin modelare hidrologica spatializata, plecand de la o discretizare fina a mediului natural, realizata prin intermediul sistemelor informatice geografice, modelarea matematica a proceselor climatice ce participa la dimensionarea lucrarilor de irigatii, modelarea matematica a proceselor in zona nesaturata;

Dintre rezultatele remarcabile mentionam doua aplicatii originale de modelare hidrologica pe baza spatializata, plecand de la descrierea mediului natural, prin intermediul unui sistem informatic geografic. Datele de pe teren au fost georeferentiate si asamblate sub format Arc View. S-a folosit modelul TOPOG pentru a simula evenimentele averse/curgeri (fiind a doua aplicatie realizata in Europa). Modelul ANSWERS a dat o informatie asupra pierderilor de sol, semnificative pe un bazin rural cu pante mari.

In cei 14 ani de experienta didactica si cercetare d-na Maftai a elaborat 5 cursuri si o monografie, publicate in edituri recunoscute de CNCSIS, 40 de articole, 17 contracte de cercetare din care 11 granturi obtinute prin competitie, la 4 dintre ele fiind director/ responsabil de proiect, 4 postere si un brevet de inventie (RO 103211/1993).

- *Lucrari semnificative:*

1. A. Barbulescu, C. Maftai, C. Dumitriu, *The modeling of the climateric process that participates at the sizing of an irrigation system*, Bull. For Applied & Computer Mathematics (XCVII – D), Technical University of Budapest, 2002, p.11 – 20

2. C. Maftai, *Hidrologie – Aplicatii*, Editura ExPonto, 2004

3. C. Maftai, *Modelisation spatialisee de l'ecoulement sur des petits bassins versants*, Editura Cermi, Iasi, 2004

4. C. Maftai, C. Buta, *Evaluation of the Mathematical Models for Quantifying the Unsaturated Hydraulic Conductivity*, Lucrari Stiintifice, anul XLIX, Vol 1(49), seria Horticultura, 2006, p.951-957

5. C. Maftai, C. Gherghina, S. Gelmambet, C. Buta, *ETREF un logiciel qui calcule l'evapotranspiration de reference*, Annals of Oradea University, Fascicle of Management and Technological Engineering, 2006, p. 86-93

- *Contracte de cercetare* in ultimii 5 ani:

1. Contract nr. 58/2002, Beneficiar Societatea Nationala de Imbunatatiri Funciare, Sucursala Constanta: *Cercetari privind optimizarea elementelor tehnice ale udarii prin aspersiune - Studii teoretice si experimentale asupra circulatiei si inmagazinarii apei in stratul activ de sol*, Etapa 2003: *Realizarea proiectului pentru standul experimental*; coautor.

2. Grant CNCSIS 1071/2005, Temele 1/2005, 2/2006, 3/2007: *Modelarea si optimizarea circulatiei si inmagazinarii apei in stratul activ de sol* - director; valoare: 20000 lei.

3. Contract CEE- MENER (cod MEC 1914), perioada 2006-2008: *Tehnologii avansate pentru modernizarea si managementul exploatarilor de resurse naturale cu grad ridicat de vulnerabilitate la dezastre naturale* – responsabil din partea Universitatii Ovidius Constanta; valoare: 77200 lei, pentru Universitatea Ovidius Constanta.

- *Participari la conferinte:* 11 in ultimii 5 ani, dintre care:

- microCAD 2004 International Scientific Conference, Miskolc, Ungaria, 2001, 2004,

- XIX Congreso Nacional del Agua, Argentina, 2002,

- 6th International Congress on Advances in Civil Engineering, Istanbul, Turcia, 2004,

- The 5th International Conference MTC 2007, Alexandroupolis, Greece, 2007.

- Membru in societati stiintifice si profesionale: IAHS (International Association of Hydrological Scientists), WASWC (World Association of Soil and Water Conservation), ANEVAR, AGIR, AIFCR

Pelican Elena este absolventa a Facultatii de Matematica si Informatica, Universitatea Ovidius Constanta (1998) si a studiilor aprofundate in Domeniul Analiza Neliniara (1999) la aceeasi facultate

A sustinut in cadrul teza de doctorat la Institutul de Statistica Matematica si Matematici Aplicate al Academiei Romane, urmand sa o sustina public in luna octombrie 2007, la intoarcerea conducatorului stiintific (Prof. Dr. Dorel Homentcovschi, Universitatea Politehnica Bucuresti, Research Professor at Binghamton University, New York, SUA homentc@yahoo.com) in tara.

Din sept. 1999 pana in febr.2002 a fost preparator, din febr. 2002 pana in febr.2005 – asistent; din febr. 2005 este lector la Facultatea de Matematica si Informatica, Universitatea Ovidius Constanta. Tine cursuri, seminarii si

laboratoare la anii II-IV, disciplinele Analiza Numerica, Metode Iterative, Algoritmi si Scheme de Aproximare.

- *Burse in strainatate:*

- Bursa DAAD la Universitatea Friederich-Alexander, Erlangen-Nürnberg, Germania, 1.09.2002 – 28.02.2003;
- Bursa la A 5 –a editie a cursurilor de simulare numerica paralela, 1-7.10.2006, Belgrad, Serbia
- A castigat o bursa de studiu pentru perioada 23.07 – 3.08 si 6 - 9.09. 2007 la Scoala de vara *Advance Training for Women in Scientific Research*, Krems, Austria.

- *Domenii de interes*

- Algoritmi iterativi, metode de tip element finit, scheme cu diferente finite;
- Curgere optica (Optical flow), Procesare de imagini;
- Ecuatii integrale de speta I; metode numerice pentru aproximarea solutiilor acestor ecuatii; algoritmi genetici cu aplicatii in probleme inverse: a se vedea <http://csam.univ-ovidius.ro/sistemnano>;
- Inverse generalizate ale operatorilor liniari.

- *Domeniile de competenta:*

- Sisteme de operare: Windows 9x/2000/XP, Linux;
- Limbaje de programare: C/C++, C#, Java;
- Medii de programare: Visual C++, Visual Studio.Net, Jawa Pro, Borland C, Dev-C++, Netbeans;
- Sisteme de gestiune a bazelor de date relationale: MySQL, Access, Visual Foxpro;
- Web: XML, XHTML, CSS, PHP, ASP;
- Editare: Microsoft Office (si MS Project), Corel Draw, Adobe Photoshop, Macromedia Studio MX;
- Software Matematic: MATLAB 7.3, Maple 10.0, Mathematica 5.0, Scientific WorkPlace 5.0, Latex

- *Lucrari semnificative:* 2 cursuri universitare, 3 articole publicate in reviste CNCSIS B, 6 articole in proceedings-uri ale unor conferinte cu referenti, 2 preprinturi, 7 articole in alte reviste; dintre acestea:

1. E. Pelican, C. Popa, *Introducere in Analiza Numerica*, Editura MatrixRom, Bucuresti, 2005.
2. E. Pelican, *Analiza Numerica. Complemente, Exercitii si Probleme. Programe de calcul (MATLAB)*, Editura MatrixRom, Bucuresti, 2006; 258 p
3. E. Pelican, E. Bautu, *Discretization Techniques and Numerical Treatment for First Kind Integral Equations*, Proceedings of the 4-th Workshop on Mathematical Modeling of Environmental and Life Sciences Problems, Ed. Academiei, Bucuresti, 2006, p.171-180.
- 4.E. Pelican, *Extensions of Projections and Collocation Methods for First Kind Integral Equations*, Revue Roumaine de Mathematiques Pures et Appliquees, 3(51), 2006, p.365-377
5. E. Bautu, E. Pelican, *Numerical Solution for First Kind Integral Equations Occurring in Synthesis of Electromagnetic Field*, Romanian Journal of Physics, No. 3-4 (52), 2007, p. 225-236

- *Contracte de cercetare:*

- PNCDI INFOSOC No. 131/20.08.2004 (finalizat): *Sistem informatic de inalta performanta pentru simularea fenomenelor complexe ale nanofluidelor ce trec prin medii poroase, multifazice si cu reactii chimice* – responsabil cu modulul de Ecuatii integrale de speta I (<http://csam.univ-ovidius.ro/sistemnano>); valoare 125000 RON.
- CEEEX-05-D11-25/05.10.2005 (in derulare): *Modelare matematica in procese de difuzie*- membru; valoare 80000lei.

- *Participari la conferinte* (13); dintre ele:

- The 4-th si The 5-th Workshop on Mathematical Modelling of Environmental and Life Sciences Problems, Constanta, 2005, 2006;
- A13-a Conferinta de Matematici Aplicate si Industriale, 14-16 Octombrie, 2005, Pitesti;
- Conferinta Nationale Caius Iacob, 25-26 nov. 2005, Bucuresti;
- The 6th Balkan Workshop on Applied Physics, IBWAP, Constanta, iulie 2006;
- 5-th International Conference on Applied Mathematics, ICAM5, Baia Mare, oct.2006.

- *Membru* in societati stiintifice: Societatea de Stiinte Matematice din Romania, Asociatia Internationala de Matematici Aplicate si Mecanica Germania, Societatea de matematici Aplicate si Industriale din Romania.

Teodorescu Dacian Constantin este absolvent al studiilor de lunga durata (1995) la Facultatea de Constructii, Universitatea Ovidius Constanta si a studiilor de masterat la Hebrew University of Jerusalem, Israel (1997) in domeniul *Explorarea, exploatarea si management resurselor de apa subterane*. Este doctorand la Institutul Roman de geografie (Academia Romana).

Este inginer hidrolog la Compania Nationala Apele Romane, din 1995, activitatile de cercetare curente fiind: efectuarea de masuratori hidrotehnice, de evaporare si de debite aluvionale, balantei apei.

- colaborari cu JICA Association, B.EN.A. Association, Institutul Roman de geografie.

- *Lucrari* (6):

1. D.C. Teodorescu, *Information flux and high floods in Dobrogea*, Hydrological Session, Calimanesti, 2003

2. D.C. Teodorescu, *Influence of a forestation degree for mountain sides and high floods rivers of Dobrogea*, Proceedings of Annual Session of Spiru Haret University, mai 2003, p.49
3. D.C. Teodorescu, *Considerations about climatic factors which determined runoff in Dobrogea*, Proceedings of Annual Session of Spiru Haret University, no.8, 2005, p.87-90
4. D.C. Teodorescu, *Specific features which generated the high floods runoff in Dobrogea hydrographic basins*, Proceedings of Annual Session of Spiru Haret University, mai 2006, p.20
5. D.C. Teodorescu, *Considerations about the risk phenomena which are registered in 2005-2006 in south Dobrogea. Case study: hydrographic basin Urluia*, Proceedings of Annual Session of Spiru Haret University, mai 2007, p.23

Buta Constantin este absolvent al studiilor de lunga durata (2003) si masterat (2004) la Facultatea de Constructii, Universitatea Ovidius Constanta; absolvent al studiilor de masterat in domeniul Inginerie costiera si portuara (2006). Este doctorand (fara frecventa) din 2003, la Universitatea Tehnica Gh. Asachi, Iasi, avand ca domeniu de cercetare tehnica si tehnologia drenajului orizontal. Este asistent la Facultatea de Constructii, Universitatea Ovidius Constanta.

Dintre rezultatele cercetarii stiintifice mentionam participarea la:

- obtinerea unui model matematic care se utilizeaza in activitatile didactice la disciplina irigatii. Acesta realizeaza un bilant minim ploaie-evapotranspiratie reala, in scopul precizarii necesarului de apa pentru irigatii;
- realizarea unui program de calcul (ETREF) care calculeaza evapotranspiratia de referinta si care se utilizeaza in activitatile didactice.

- *Lucrari* (6), dintre care:

1. C. Maftai, L. Serban, C. Buta, *Meteorologie*, Ed. Valinex, Chisinau, 2004
2. C. Buta, C. Maftai, L. Rosu, *The drain spacing determination in the Calmatui catchment*, Proceedings of International Scientific Conference microCAD 2004, Miskolc, Hungary, p. 15-20
3. C. Maftai, P. Chevallier, L.Rosu, C. Buta, G.Adam, *Mathematical modeling of the relation suction – moisture*, Simpozion stiintific: Conceptii moderne in ingineria amenajarilor hidrotehnice, Timisoara, 2005
4. C. Maftai, C. Buta, *Evaluation of the mathematical models for quantifying the unsaturated hydraulic conductivity*, Lucrari stiintifice, Anul XLIX Vol I, Seria Horticultura, Iasi 2006, p.951-957
5. C. Maftai, C. Gherghina, S. Gelmambet, C. Buta, *ETREF un logiciel qui calcule l'evapotranspiration de reference*, Annals of Oradea University, Fascicle of Management and Technological Engineering, 2006, p. 86-93

- Membru al asociatiilor profesionale: AGIR, AIFCR.

- Membru in contracte 4 de cercetare:

1. Grant CNCISIS 1071/2005, Temele 2/2006, 3/2007: *Modelarea si optimizarea circulatiei si inmagazinarii apei in stratul activ de sol* (director C. Maftai).
2. Contract CEEX - MENER (cod MEC 1914),2006-2008: *Tehnologii avansate pentru modernizarea si managementul exploatarilor de resurse naturale cu grad ridicat de vulnerabilitate la dezastre naturale*.

4.1.2.2. Cercetatori in formare

Rolul in proiect al doctoranzilor, pe etape:

Pelican Elena: Titlul tezei de doctorat: *Contributii ale problemelor inverse in fizica matematica*.

2007: Calculul indicatorilor statistici primari ai seriilor de date (medii, dispersii, coeficienti de variatie, asimetrie etc.)

2008: Studiul erorilor de predictie si optimizare parametrilor pentru obtinerea de erori minime.

2009: Realizarea unor programe pentru detectarea dependentei lungi si stationaritatii seriilor de precipitatii.

2010: Realizarea unor programe de calcul pentru coeficientul Hurst.

Buta Constantin: Titlul tezei de doctorat: *Tehnica si tehnologia drenajului orizontal coroborata cu folosinta terenului amenajat*.

2007: Constituirea seriei de date.

2008: Alegerea si ajustarea modelelor frecventiale pentru precipitatiile maxime in 24 ore.

2009: Predictia precipitatiilor maxime in 24 ore folosind metodele Holt si Winters.

2010: Interpretarea rezultatelor modelului fractal si compararea cu datele cunoscute in literatura.

Teodorescu Dacian Constantin: Titlul tezei de doctorat: *Resurse de apa ale spatiului continental dobrogean. Geneza, regim hidrologic si grad de utilizare*.

2007: Analiza primara a seriei de valori constituite.

2008: Alegerea modelelor si ajustarea modelelor frecventiale pentru precipitatiile anuale.

2009: Predictia precipitatiilor anuale prin metodele Holt si Winter.

2010: Predictia evenimentelor extreme, pe baza modelului multifractal si compararea cu datele din literatura.

4.2 Alte resurse

4.2.1. Infrastructura disponibila

- Tehnica de calcul proprie: calculatoare Pentium IV, programe de prelucrare a datelor: SPSS, Khronostat, Matlab, MATEMATICA, Maple.
- Acces la Biblioteci: Biblioteca Universitatii Ovidius a Facultatii de Matematica si Informatica, Bibliotecile Institutelor Academiei Romane, Bucuresti, Biblioteca Universitatii Al. I. Cuza Iasi.
- Acces la baze de date: INMH si Compania Nationala Apele Romane Dobrogea.