

SISTEM TELEMATIC PENTRU MONITORIZARE ECOLOGICĂ

Laura Ciocoiu

email: ciocoiu@ici.ero

Liliana Constantinescu

email: lconst@ici.ro

Ion Câlțan

email: caltan@ici.ro

Institutul Național de Cercetare Dezvoltare în Informatică - ICI, București

Rezumat: Lucrarea descrie un sistem telematic pentru monitorizare ecologică. Acesta este constituit din module software, specifice fiecărui nivel de supraveghere a ecosistemelor (aer, apă, sol): local, regional și central, integrate în sisteme software complexe.

Sistemul telematic pentru monitorizare ecologică face parte din generația de sisteme software, care utilizează cele mai noi concepte și metode din tehnologia informației, comunicațiilor și de supraveghere a calității mediului, asigurând achiziția, procesarea datelor și cunoștințelor specifice din domeniu și transmisia, prin rețeaua Internet, a informațiilor către nivelul ierarhic superior, permite elaborarea automată a situațiilor și evoluția indicatorilor monitorizați, precum și analiza accidentelor ecologice.

Sistemul asigură monitorizarea ecosistemelor și accidentelor ecologice pe cele trei niveluri de decizie, fiind realizat ca un software de aplicație performant, specializat, într-o concepție unitară, integrată și ierarhizată, cu facilități importante privind interactivitatea și posibilitatea de integrare a unor aplicații ce se pot dezvolta ulterior, conferindu-i caracteristica de sistem deschis, ce poate evolua o dată cu realitatea pe care o modelează.

Introducerea informaticii în domeniul supravegherii ecosistemelor și accidentelor ecologice, necesitate incontestabilă, a impus dezvoltarea unui sistem telematic, realizându-se astfel trecerea de la nivelul tradițional (clasic) de prelucrare, la nivelul procesării datelor și cunoștințelor, precum și transmisia prin rețeaua Internet a informațiilor între cele trei niveluri decizionale, cerință de bază pentru realizarea unei monitorizări asistate în domeniul mediului.

Cuvinte cheie: ecosistem, accident ecologic, indicator de mediu, sistem telematic, teletransmisie de date, baze de date distribuite, server central și local, tehnologia informației, tehnologie client-server.

1. Introducere

Agresiunea la adresa ecosistemelor biosferei, atmosferei, hidrosferei, solului și subsolului, pusă pe seama industrializării excesive și a condițiilor de viață datorate civilizației contemporane, exercitată de poluarea autohtonă și transfrontalieră, reprezintă o permanentă realitate, cu o continuă și crescătoare dinamică, generatoare de efecte negative imprevizibile, ce depășesc orizontul de timp al actualei generații.

Pornind de la acest imperios semnal de alarmă pentru planeta pe care trăim și, în consecință, pentru societatea umană mondială actuală, în agendele de lucru ale majorității organismelor și întrunirilor internaționale la nivel regional și global, inclusiv din structurile Uniunii Europene, al Națiunilor Unite și la cel mai înalt nivel al șefilor de state ale grupului G8 al țărilor industrializate, se află tematica ameliorării condițiilor naturale de mediu prin desființarea sau diminuarea surselor poluante este prioritară, adoptându-se prin consens programe de acțiune și documente juridice, inclusiv tratate internaționale, la care țara noastră a aderat, din rațiuni de protecție, ca parte semnatară, care stabilesc drepturi și responsabilități concrete pentru dezvoltarea durabilă pe plan local, național și planetar, care să asigure armonie în raport cu mediul ambiant.

În țările dezvoltate ale UE, se desfășoară ample cercetări pentru protecția mediului prin elaborarea de sisteme informatice specifice acestui domeniu. Până în prezent, în țara noastră, problemele legate de protecția mediului au fost abordate, din punct de vedere informatic, într-o manieră mai puțin eficientă, disperate, cu metode clasice. În comparație cu Uniunea Europeană, situația este agravată din cauza lipsei unor instrumente informatice pentru protecția mediului și monitorizare ecologică.

Pentru a se putea alinia la UE, România trebuie să acorde o prioritate sporită problemelor ecologice, elaborând strategii și programe de acțiune, axate în mod specific pe protecția mediului, cerințe care determină introducerea masivă a informaticii în acest domeniu, elaborarea și perfecționarea unor sisteme software pentru monitorizare ecologică, în special a zonelor puternic contaminate și cu grad mare de pericolozitate pentru sănătatea populației.

În acest context, obiectivul principal al cercetărilor desfășurate a constat în realizarea unui nou tip de sistem informatic pentru monitorizare ecologică prin utilizarea tehnicilor și metodelor moderne informatice privind rețelele de calculatoare, bazele de date distribuite, achiziția și transmisia, prin rețeaua Internet, a datelor de mediu. Au fost elaborate noi metode și tehnici informatice, pentru culegerea, transmiterea la distanță, procesarea și stocarea datelor specifice ecosistemelor și accidentelor ecologice, cu ajutorul rețelelor de calculatoare și bazelor de date distribuite. Sistemul realizat dispune de o interfață de tip portal pentru accesarea, la fiecare nivel de decizie, a funcțiunilor înglobate. Acesta reprezintă un instrument software pentru culegerea, stocarea, procesarea și transmiterea datelor și cunoștințelor, prin rețeaua Internet, cu ajutorul unui server central și a mai

multor servere locale. Sistemul telematic realizat este un sistem suport pentru decizie privind planificarea, analiza și urmărirea indicatorilor de mediu și a accidentelor ecologice. Acesta are următoarele obiective:

- informarea, previziunea și diagnoza privind indicatorii de mediu specifici ecosistemelor monitorizate (apă, aer, sol);
- informarea factorilor implicați în vederea fundamentării științifice a deciziilor;
- asistarea etapelor de achiziție, procesare, planificare, urmărire și analiză a indicatorilor de mediu și a accidentelor ecologice, precum și transmitia datelor prin rețeaua Internet către nivelurile ierarhice superioare;
- asigurarea accesului larg, interactiv, la distanță, prin intermediul interfeței de tip portal, pe baza unor interfețe grafice adecvate, a agenților economici, a instituțiilor abilitate și a persoanelor fizice, interesate de informațiile furnizate de sistem.

Sistemul este capabil să furnizeze factorilor de decizie, la diferite niveluri (local, regional și central), suportul necesar unui management de mediu fundamentat științific, asigurând:

- standardizarea informației curente de mediu și a celei referitoare la accidente ecologice aleatoare;
- interconectarea tuturor factorilor implicați la bazele de date distribuite;
- alinierea la standardele europene și internaționale în domeniu;
- transmitia de date, bazată pe tehnologia Intranet, pentru managementul ecosistemelor și analiza accidentelor ecologice.

Subliniem faptul că, în Institutul Național de Cercetare – Dezvoltare în Informatică, ICI București, a existat o preocupare pentru realizarea de sisteme telematice cu aplicații în ecologie (a se vedea [24]).

2. Descrierea sistemului

Sistemul software realizat permite dezvoltarea unor activități în domeniul desfășurării monitorizării ecologice, pentru agentul economic S.C. GrantMetal S.A. București, partener, alături de ICI București, la un proiect de cercetare-dezvoltare în cadrul programului RELANSIN.

Sistemul telematic pentru monitorizare ecologică, destinat administrării datelor și cunoștințelor de specialitate, contribuie la: creșterea calitativă a managementului și a activității industriale a agenților economici, supravegherea permanentă a valorilor indicatorilor de mediu urmăriți, analiza accidentelor și factorilor de risc, procesarea rapidă a datelor și a cunoștințelor, precum și transmitia datelor (privind evoluția valorilor indicatorilor de mediu, a factorilor de risc și a accidentele ecologice), prin rețeaua Internet, către nivelurile ierarhice superioare.

Sistemul elaborat are un caracter „deschis”, permițând realizarea de dezvoltări ulterioare, o dată cu evoluția realității pe care o modelează, dispune de o structură modulară, alcătuită din componente specifice fiecărui nivel de decizie și de administrare, prezintă o interfață de tip portal prietenoasă, asigură controlul accesului, pe baza unor drepturi diferențiate de acces, atribuite diferitelor categorii de utilizatori, la componentele funcționale, la baza de date relațională și la informațiile transmise. În definirea procedurilor de achiziție și de procesare, s-a ținut cont de distribuirea geografică și ierarhică a informațiilor gestionate, precum și de fluxul de date între secțiunile bazei de date. Sistemul dispune de capacități pentru dezvoltări ulterioare, în raport cu evoluția exigențelor în domeniul managementului de mediu, privind recomandările asupra asigurării calității datelor măsurate și monitorizate.

Monitorizarea ecosistemelor și analiza accidentelor ecologice se realizează cu ajutorul sistemului telematic, ca suport software de gestiune a bazelor de date, procesare, analiză statistică, elaborare de rapoarte și situații specifice, privind evoluția indicatorilor de mediu, accidente ecologice, precum și transmitia de date între nivelurile de decizie implicate (de la agentul economic, reprezentant al nivelului local, la nivelul regional reprezentat de agenția teritorială pentru protecția mediului și apoi la ministerul de resort care reprezintă nivelul central). Sistemul elaborat asigură creșterea calității managementului mediului la toate nivelurile implicate (local, regional și central), prin urmărirea evoluției indicatorilor ecologici, semnalarea unor depășiri ale valorilor normale ale indicatorilor de mediu și informarea rapidă, operativă, a organelor de decizie în vederea luării unor măsuri eficiente pentru remedierea incidentelor apărute.

Sistemul telematic reprezintă un instrument performant, destinat monitorizării ecosistemelor și a accidentelor ecologice, bazat pe soluții moderne, conforme cu principiile și practicile comunitare, pe suportul oferit de tehnologia informației și comunicațiilor de date. Pentru elaborarea sistemului au fost concepute și elaborate

tehnici și metode bazate pe modele și algoritmi matematici, specifici domeniului, privind procesarea datelor și cunoștințelor și transmiterea la distanță, în timp real, a bazelor de date cu informațiile necesare nivelurilor ierarhice implicate. Dispunând de baze de date distribuite pe suportul unor servere interconectate, sistemul implementează modalități și strategii noi pentru achiziția, stocarea, procesarea și prezentarea informației specifice domeniului abordat și regăsirea acestuia printr-un sistem rapid și accesibil, contribuind la monitorizarea/supravegherea mediului înconjurător și la asistarea fundamentată științific a deciziei manageriale. Sistemul permite:

- crearea condițiilor pentru monitorizarea ecosistemelor (apă, aer, sol);
- asistarea proceselor de achiziție, planificare, analiză, urmărire a evoluției indicatorilor de mediu și transmiterea de date prin rețeaua Internet;
- asigurarea accesului la distanță la informații de natură ecologică (indicatori de mediu, factori de risc, accidente ecologice) a tuturor celor interesați;
- implementarea standardelor europene din domeniu.

Din punct de vedere tehnic, sistemul telematic asigură accesul la bazele de date distribuite și la sursele de calcul, fiind realizat într-o concepție client-server standardizată, cu o arhitectură ce conține servere locale (la nivelul fiecărui agent economic și agenție teritorială de protecția mediului), precum și un server central (la nivelul ministerului de resort). Serverele sunt constituite din baze de date distribuite, gestionate relațional.

Sistemul telematic oferă utilizatorilor posibilitatea de a folosi mai eficient resursele umane și financiare din domeniul protecției mediului, transferă informații (prin intermediul rețelei Internet) între nivelurile de decizie implicate (local, regional și central), asigură detectarea imediată a situațiilor critice (depășirea valorilor normale a indicatorilor de mediu supravegheați, accidente ecologice), lucru care face posibilă asistarea deciziei manageriale la toate nivelurile privind acțiunile de întreprins și informarea nivelurilor ierarhice superioare, controlul și supravegherea continuă a ecosistemelor, monitorizarea unui număr semnificativ de parametri fizico-chimici, din bazele de date ecologice.

Sistemul reprezintă un instrument informatic disponibil atât beneficiarilor direcți (agenți economici, agenții teritoriale de protecția mediului, minister de resort), cât și utilizatorilor rețelei Internet, interesați de rezultatele furnizate, în același timp, constituind un sprijin eficient în fundamentarea deciziilor manageriale și susținerea dezvoltării zonelor defavorizate, în context local și regional.

3. Arhitectura sistemului

Arhitectura sistemului telematic se caracterizează prin descentralizarea procesărilor și printr-un înalt grad de distribuire a datelor și aplicațiilor software între nivelul central, regional și local. Astfel, din punct de vedere al structurii și conținutului datelor, la fiecare punct de monitorizare ecologică intermediară (agent economic, agenție de mediu) din cadrul sistemului există o bază de date relațională proprie, replicată într-o bază de date centrală.

La nivel central, există o bază de date care cuprinde informațiile existente în bazele de date de la nivelurile inferioare și o arhivă la nivel național, cuprinzând accidentele ecologice pe perioade calendaristice, agenți economici, cauze, efecte și măsurile luate. Suportul tehnologic pentru transferul datelor la nivelul regional și central este reprezentat de rețeaua Internet, cea mai modernă, rapidă și sigură cale de telecomunicație. Procesarea datelor la fiecare nivel de monitorizare se execută prin intermediul procedurilor specializate, care cuprind facilități de agregare, actualizare, interogare, consultare, analiză statistică a indicatorilor de mediu, a factorilor de risc și a accidentelor ecologice, proceduri ce au la bază modele și algoritmi matematici moderni și originali, de regăsire a informațiilor necesare monitorizării ecologice. Procedurile de transmitere a datelor asigură actualizarea serverului de la nivelul ierarhic superior.

Sistemul telematic pentru monitorizare ecologică dispune de trei componente, aferente celor trei niveluri de decizie, distribuite geografic, dotate cu servere locale, care pot comunica prin rețeaua Internet, în vederea realizării schimbului de date și asigurării fondului de informații referitoare la indicatorii de mediu monitorizați, factorii de risc și accidentele ecologice. Modelul client/server, care fundamentează teoretic și practic realizarea sistemului telematic, oferă servicii și date distribuite, precum și un acces standardizat la resursele de calcul. În cadrul sistemului, este accesat un calculator central (server) de către calculatoare client, aflate la distanță. Pentru a putea îndeplini transmiterea, clientul accesează o sursă de informație (baze de date), efectuează procesări asupra datelor, controlează și/sau efectuează cereri către alte servere. Modelul funcțional al sistemului cu baze de date distribuite, conectate la rețeaua de calculatoare, are o arhitectură compusă dintr-un server central și mai multe servere locale, la nivelul fiecărui punct de monitorizare. Sistemul poate fi utilizat ca asistent pentru utilizatorii

din domeniu, cu scopul de a facilita activitățile acestora în vederea eficientizării deciziilor în conducerea procesului de monitorizare ecologică.

Între ecosisteme, există legături de interdependență, care determină complexitatea sistemului în ansamblul său, așa cum se poate vedea în figura 1.

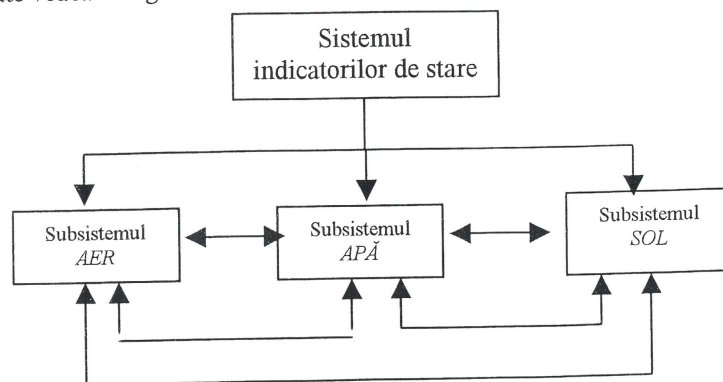


Figura 1. Interdependența ecosistemelor

În contextul reconsiderării și reorientării politicii în domeniul mediului, s-a impus necesitatea existenței unor informații relevante, complete, structurate corespunzător și ușor accesibile, într-o bază de date relațională distribuită, pe baza cărora se pot lua decizii raționale și se pot întreprinde acțiuni eficiente privind protecția mediului. Acestea constituie suportul de dezvoltare a sistemului informatic, al activității de supraveghere și protecție a mediului. Sistemul informatic pentru mediu este un sistem complex, structurat în ecosisteme, corespunzătoare factorilor de mediu aer, apă, sol, având posibilitatea dezvoltării lui cu alte componente, ca de exemplu: floră, faună, radioactivitate etc.

Indicatorii de bază pentru caracterizarea stării calității mediului sunt măsurați în mod permanent în stații și/sau puncte răspândite distribuite geografic.

Sistemul telematic pentru monitorizare ecologică asigură achiziția automată a datelor, procesarea și transmiterea la distanță, prin rețeaua Internet, de la nivelul local (agenți economici) către nivelul regional (agențiile teritoriale pentru protecția mediului) și nivelul central (ministerul de resort) cu scopul asigurării unui management calitativ al ecosistemelor și analiza accidentelor ecologice. La definirea arhitecturii sistemului, prezentată în figura 2, s-a ținut seama de următoarele aspecte:

- scopul și obiectivele sistemului telematic derivă din cerințele supravegherii ecosistemelor și analiza accidentelor ecologice, care pot să se producă;
- achiziția datelor și cunoștințelor specifice domeniului se realizează prin intermediul interfeței de comunicare dintre sistem și utilizator, cu ajutorul unor funcțiuni specializate;
- sistemul telematic include sisteme locale, dotate cu servere locale, care comunică atât între ele, cât și cu stația centrală, printr-o rețea de telecomunicație, de preferință Internet, pentru schimbul de date și informații specifice în vederea fundamentării științifice, bazată pe date reale, a managementului de mediu;
- sistemul telematic este conceput ca un sistem suport pentru decizie, capabil să furnizeze factorilor de decizie, la fiecare nivel de decizie (local, regional sau central), suportul necesar managementului de mediu.

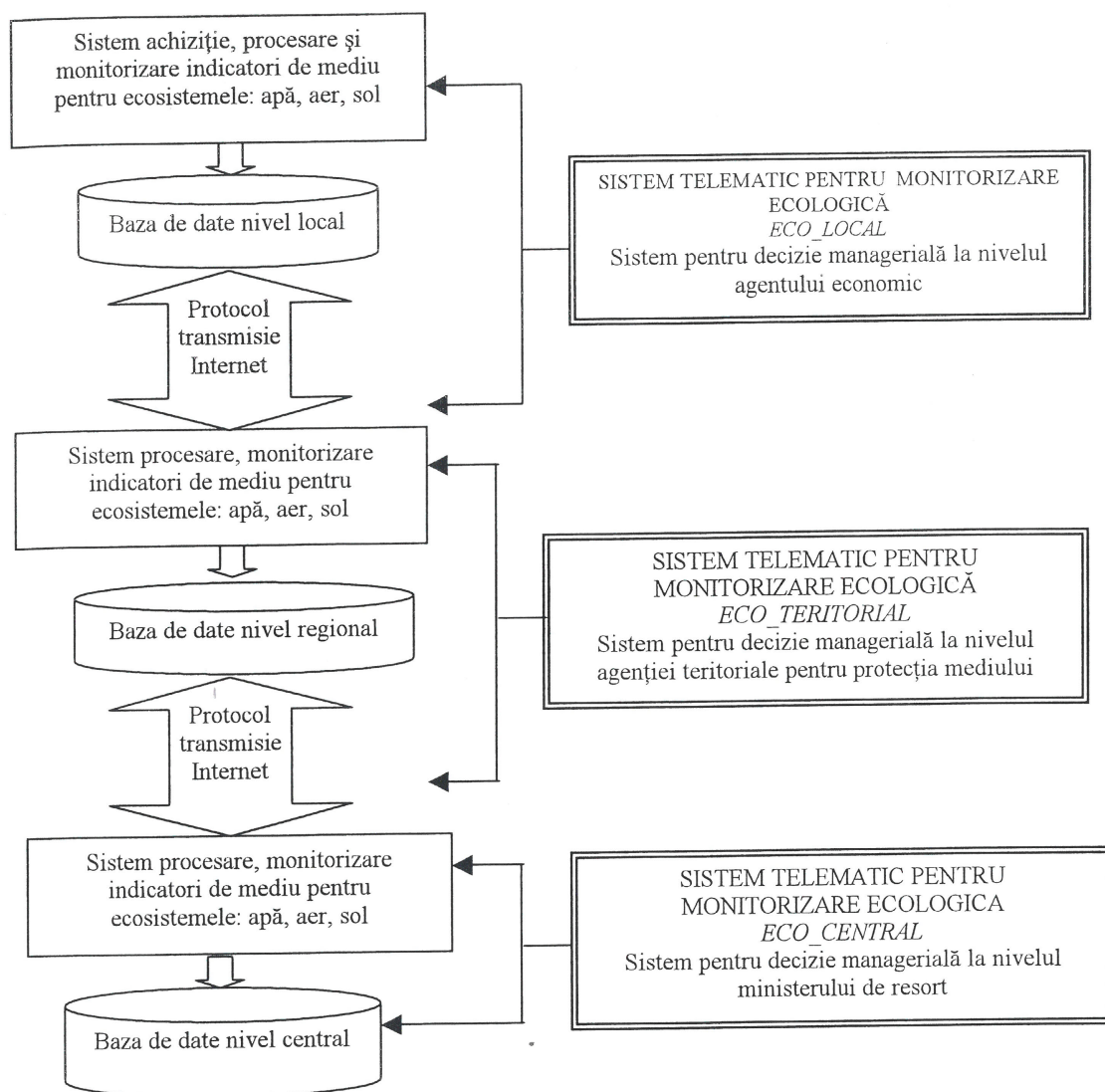


Figura 2. Arhitectura sistemului

Modulele principale, ale sistemului telematic pentru monitorizare ecologică, sunt:

- modulul de achiziție a datelor și cunoștințelor de mediu;
- modulul de procesare a datelor și cunoștințelor, cu baze de date relaționale distribuite;
- modulul de transmisie a datelor, prin rețeaua Internet;
- baza de date distribuită;
- interfața cu utilizatorul.

3.1. Modulul de achiziție a datelor și cunoștințelor

Modulul de achiziție a datelor și cunoștințelor de mediu are rolul de a colecta valorile indicatorilor de mediu, care sunt urmăriți prin măsurători, și stocarea lor în baza de date aferentă. Informațiile stocate pot fi vizualizate de către utilizatorul cu drept de acces corespunzător. Acest modul asigură funcția de colectare a datelor și cunoștințelor, prin intermediul unei interfețe grafice interactive, pe baza căreia se realizează asistarea permanentă a utilizatorului.

Acest modul se bazează pe tehnici adecvate, de achiziție a valorilor indicatorilor de mediu monitorizați, datele măsurate fiind preluate de serverul local și stocate în baza de date, unde sunt procesate și puse la dispoziția serverului central, pentru prelucrări sintetice. Datele sunt colectate de la serverele locale, organizate în baze de date locale, pentru a rezolva cererile de interogare ale utilizatorilor, referitoare la evoluția ecosistemelor, analiza factorilor de risc și a accidentelor ecologice.

Rolul acestui modul constă în achiziționarea valorilor indicatorilor de mediu, urmăriți într-o stație de măsurare cu prelevarea probelor din diverse puncte de colectare, memorarea lor într-o bază de date locală în vederea procesării. Modulul de achiziție a datelor și cunoștințelor asigură validarea, analiza, stocarea și prezentarea lor într-o formă lizibilă. Valorile indicatorilor de mediu sunt memorate în baza de date relațională în vederea realizării procesării, elaborării rapoartelor și graficelor privind evoluția în timp. Înregistrarea valorilor măsurate ale indicatorilor de mediu și obținerea raportărilor periodice, asupra măsurătorilor efectuate, sunt realizate pe serverul local, asigurând informații utile și relevante pentru un management de mediu eficient.

Rețeaua de măsurare a valorilor indicatorilor de mediu este formată din puncte de măsură și prelevare a probelor, care generează date în vederea achiziției și procesării lor, cu satisfacerea cerințelor impuse de frecvența măsurării, normată pentru diferitele elemente poluante, luate în considerație. Sistemul permite agregarea datelor primite de la punctele de măsură, evaluarea stadiului poluării ecosistemelor, având o capacitate de calcul suficientă pentru dezvoltarea ulterioară, în raport cu evoluția exigențelor în domeniul protecției mediului, în conformitate cu evoluția și normele din cadrul UE.

3.2. Modulul de procesare a datelor și cunoștințelor

Modulul de procesare a datelor și cunoștințelor, în vederea monitorizării ecologice, are o importanță deosebită în cadrul sistemului, asigurând generarea unor informații analitice și sintetice, pe baza modelelor matematice și algoritmilor implementați, specializați în prelucrarea seriilor de timp. Acest modul efectuează calcule statistice asupra seriilor de timp, cuprinzând valorile măsurate pentru grupuri de indicatori de mediu, aferenți ecosistemelor abordate, calculează valorile medii ale indicatorilor ecologici, iar prin comparația acestora cu limitele maxime și minime admise de normativele naționale și internaționale, se stabilesc stările de alertare. Depășirile limitelor maxime și minime sunt transmise nivelurilor ierarhice superioare de decizie, prin intermediul unor proceduri specializate de transmisie.

Utilizarea facilităților acestor proceduri software contribuie la dezvoltarea metodelor de evaluare, analiză și sinteză a fenomenelor ecologice prin analiza preliminară a datelor, analiza de corelație, analiza de regresie, verificarea ipotezelor statistice, predicția seriilor de timp etc.

Acest modul este constituit din aplicații specifice, care asigură procesarea, pe baza unor modele de natură statistică asupra seriilor de timp, a valorilor măsurate, pentru indicatorii de mediu (conform periodicității acestora), la nivelul unei stații de măsurare. Prin efectuarea acestor prelucrări statistice, se obțin evoluțiile indicatorilor și stabilirea eventualelor stări de alertare. Depășirile intervalului de normalitate (limitele maxime și minime) sunt incluse în serii de timp, pentru informarea nivelurilor ierarhice superioare de decizie, din cadrul sistemului telematic pentru monitorizare ecologică.

Valorile indicatorilor de mediu sunt stocate în baza de date relațională și permit realizarea rapoartelor privind evoluția în timp a acestora, crearea seturilor de date în vederea transmisiei către nivelul superior de decizie. Înregistrarea valorilor măsurate ale indicatorilor de mediu și obținerea raportărilor periodice asupra măsurătorilor efectuate sunt realizate pe serverul local.

3.3. Modulul de transmisie a datelor prin rețeaua Internet

Acest modul efectuează transportul periodic al datelor către nivelul ierarhic superior, prin intermediul protocoalelor de transmisie. Serverele locale extrag informații corespunzătoare intervalului scurs de la ultima transmisie, din bazele de date proprii, pe care le transmit serverului de la nivelul ierarhic superior spre a fi memorate în bazele de date corespunzătoare. Funcționarea transferului se bazează pe stabilirea unei conexiuni logice între procesele de aplicație. Serverele locale (de la nivelul agenților economici sau a agenților de protecție a mediului), conectate la Internet, sunt responsabile cu inițierea tranzacțiilor de transfer de date, deoarece ele au controlul asupra disponibilității datelor pentru o perioadă de timp.

Transmisiile de date sunt de două categorii:

- uzuale, la anumite termene prestabilite de raportare, conform legislației sau dispozițiilor organelor de decizie de la nivelul ierarhic superior, intervin în funcționarea curentă a sistemului telematic pentru monitorizare ecologică, fiind generate automat și se referă la intervalul de timp de la ultima transmisie;
- speciale, care se referă la indicatorii de mediu ale căror valori măsurate au depășit aleator limitele maxime sau minime ale intervalului de normalitate sau la producerea unor accidente ecologice, sunt generate tot automat, dar transmisia intervine în momentul înregistrării lor.

Transmisia datelor în cadrul sistemului telematic pentru monitorizare ecologică se face prin rețeaua Internet, o resursă universală, în continuă expansiune și care generează uriașe beneficii economice și sociale. Internet-ul impune, prin construcția și dinamica sa, noțiunea de descentralizare, nefiind legat de ierarhii rigide.

Transmiterea periodică a datelor, la cererea nivelului ierarhic superior, de la serverele locale către serverul central, se efectuează prin intermediul rețelei Internet, pe baza protocoalelor de transmisie. Această operație este declanșată de utilizator prin intermediul interfeței de comunicație a sistemului. Informațiile găzduite de aceste servere pot fi vizualizate, prin Internet, de către orice utilizator cu drept de acces corespunzător.

Protocoalele folosite presupun, invariabil, comunicarea între aplicații, de cele mai multe ori situate pe calculatoare diferite ale rețelei. Această funcție comună de transfer corect și sigur al datelor este realizată de nivelul de transport. Funcția principală a nivelului de transport este de a comunica date între programele de aplicații. Comunicarea se face fără pierderea sau duplicarea datelor și fără deformarea lor, realizându-se și controlul fluxului datelor transmise.

3.4. Baza de date distribuită

Sistemele de baze de date distribuite au apărut la granița dintre două domenii aparent opuse din punct de vedere al procesării datelor: sisteme de baze de date și rețele de calculatoare. Baza de date distribuită este definită ca o colecție de date integrate din punct de vedere logic, dar fizic distribuită pe stațiile unei rețele de calculatoare. Arhitectura bazei de date distribuite derivă din structurarea ierarhizată a datelor măsurate, care se bazează pe colectarea, cu anumită periodicitate, a valorilor indicatorilor de mediu și înregistrarea accidentelor ecologice.

Baza de date, fundamentul sistemului privind activitatea de supraveghere și protecție a mediului, are o structură distribuită geografic și derivă din ierarhizarea ecosistemelor avute în vedere. Sistemul telematic monitorizează indicatorii de mediu distribuiți în spațiu, iar pentru achiziția lor sunt considerate mai multe locuri de măsurare la nivelul agenților economici, fiecare achiziționând un anumit număr de indicatori de mediu, pe un areal dat și comunicând cu serverul local al sistemului telematic. Din punct de vedere funcțional, baza de date este alcătuită din baze de date aferente fiecărui nivel decizional al sistemului (local, regional, central) și pentru fiecare ecosistem (aer, apă, sol), cu posibilitatea dezvoltării cu alte componente, ca de exemplu urmărirea parametrilor de radioactivitate, biota etc. Baza de date pentru monitorizare ecologică, componentă importantă a sistemului telematic realizat, furnizează informațiile necesare pentru fundamentarea și luarea celor mai eficiente decizii. Referitor la caracterul distribuit și ierarhizat, baza de date este structurată pe trei niveluri, corespunzătoare organizării administrative și decizionale, astfel:

- baza de date – nivel I (central - minister de resort);
- baza de date – nivel II (regional - agenții teritoriale pentru protecția mediului);
- baza de date – nivel III (local - agenți economici).

Din punct de vedere funcțional, baza de date a sistemului telematic pentru monitorizare ecologică este alcătuită din baze de date aferente fiecărui ecosistem supravegheat: aer, apă, sol. Informațiile din bazele de date corespunzătoare celor trei niveluri diferă din punct de vedere al gradului de detaliere, procesare, agregare, analiză și sinteză, în funcție de nivelul de decizie cerut.

Baza de date aferentă fiecărui nivel este implementată sub controlul și responsabilitatea directă a serviciilor specializate de monitorizare ecologică. Datele colectate sunt stocate în baza de date cu ajutorul unor proceduri de achiziție și validare, având ca scop reducerea erorilor și a redundanței informaționale. Valorile indicatorilor de mediu sunt fi măsurate cu frecvențe diferite (oră, zi, săptămână, lună), iar transmisia între agenții economici, agențiile teritoriale pentru protecția mediului și ministerul de resort se face cu ajutorul unor proceduri automate adecvate, ce pot fi selectate prin intermediul interfeței de tip portal a sistemului. La fiecare nivel decizional, baza de date permite prezentarea, în diferite formate, a datelor stocate și/sau procesate: afișare pe monitor, sub formă tabelară a diferitelor tipuri de date, tipărire la imprimantă, sub formă de rapoarte a datelor stocate sau procesate, afișare pe monitor, sub formă de grafice de evoluție a datelor procesate, tipărirea la imprimantă, sub formă grafică a datelor procesate, afișare și/sau tipărire a rezultatelor statistice privind indicatorii de mediu, analiza accidentelor ecologice.

Baza de date a sistemului permite utilizatorilor supravegherea operativă în vederea fundamentării deciziilor la fiecare nivel decizional, asigurând protecția efectivă și eficientă a mediului, analiza și evaluarea impactului asupra mediului a accidentelor ecologice, planificarea activităților în cadrul unei strategii de dezvoltare susținută la fiecare nivel, precum și instruirea și educarea privind protecția ecologică. Aceasta are o structură care derivă din caracteristicile datelor vehiculate, iar ecosistemele abordate (apă, aer, sol) sunt deservite de câte o bază de date care memorează valorile indicatorilor de mediu, ale fiecărui ecosistem.

Proiectarea și realizarea bazei de date a sistemului telematic pentru monitorizare ecologică are ca suport reglementările legislative, standardele, metodologiile și îndrumările din domeniul tehnologiei informației și comunicațiilor de date, precum și al protecției mediului, oferind factorilor de decizie informații utile, cu posibilitatea de a se dezvolta și perfecționa pe baza sugestiilor și recomandărilor/cererilor venite din partea utilizatorilor și beneficiarilor. În funcție de natura datelor, cu o periodicitate corespunzătoare, sunt extrase date pentru ultimul interval de timp din bazele de date proprii nivelului local și/sau regional și inserate în bazele de date corespunzătoare serverului central, acestea conținând atât datele achiziționate, cât și cele rezultate din procesări.

3.5. Interfața cu utilizatorul

În vederea realizării monitorizării ecologice, sistemul dispune de instrumente și interfețe specializate, pentru accesul la bazele de date relaționale distribuite geografic și ghidarea utilizatorului în fundamentarea științifică a deciziilor. Pentru asistarea utilizatorului în procesul de monitorizare ecologică, interfața de comunicare este realizată pe baza unui sistem de meniuri ierarhizate și ferestre de dialog, care asigură ghidarea permanentă în procesul activării funcțiilor, prin intermediul unui limbaj specializat. Interfața cu utilizatorul permite accesul la baza de date, activarea funcțiilor specifice fiecărui nivel decizional și ghidarea acestuia în luarea deciziilor, precum și controlul execuției. Aceasta asigură buna desfășurare a procesului interactiv de monitorizare ecologică (activează și dă controlul programelor, permite înlănțuirea modulelor funcționale, realizează dialogul utilizator-calculator etc.). Interfața este realizată într-o manieră ușor accesibilă utilizatorului, permițându-i să lucreze în manieră naturală, firească și rapidă cu sistemul. În acest scop, ea dispune de ferestre de dialog și/sau achiziție și meniuri „pop-up”, care asigură interacțiunea în timp real, prin intermediul convențiilor de limbaj și modalității de comunicare între utilizator și sistem.

Interfața este transparentă, declarativă, apropiată de limbajul natural, compatibilă cu stilul de lucru și cu așteptările utilizatorului, cunoștințele fiind reprezentate, și folosită într-o manieră deductivă.

4. Componentele funcționale ale sistemului

Sistemul telematic pentru monitorizare ecologică dispune de următoarele funcțiuni:

- achiziția, validarea și stocarea informațiilor de tip fix (nomenclatoare) privind monitorizarea ecologică (indicatori de mediu, locuri de măsurare, locuri de proveniență a probelor, agenți economici, agenții de protecția mediului);
- achiziția, validarea și stocarea informațiilor variabile, cuprinzând valorile măsurate ale indicatorilor de mediu și accidente ecologice;
- servicii specifice administratorului bazei de date;
- transferul informațiilor de la nivel local, la nivel regional și central prin proceduri specializate de transmisie;
- vizualizarea conținutului bazei de date la diferite niveluri de agregare și monitorizare și editarea de rapoarte specifice fiecărui nivel;
- controlul accesului utilizatorilor la conținutul bazei de date și la funcțiunile sistemului;
- monitorizarea lansării în execuție a componentelor produsului - program și asistarea utilizatorului pe tot parcursul exploatarei sistemului.

Componentele software ale sistemului telematic pentru monitorizare ecologică sunt distribuite pe următoarele niveluri ierarhice:

- ECO_CENTRAL, componentă destinată administrării bazei de date, procesării și monitorizării ecologice la nivel central, care realizează:
 - achiziția, validarea și stocarea în baza de date a informațiilor referitoare la nomenclatoarele utilizate în cadrul sistemului;
 - monitorizarea indicatorilor de mediu, transmiși de agențiile teritoriale pentru protecția mediului;
 - editarea de rapoarte specifice nivelului central: situația indicatorilor de mediu pentru fiecare subsistem ecologic monitorizat (apă, aer, sol, biota), situația indicatorilor de mediu pe fiecare agenție, situația pentru fiecare indicator de mediu, situația indicatorilor de mediu pentru perioade (zi, lună, an) de monitorizare specificate;

- elaborarea situațiilor statistice privind evoluția indicatorilor de mediu: pentru una și/sau toate agențiile teritoriale de protecția mediului;
- analiza accidentelor ecologice: pentru un anumit accident ecologic, pentru o zonă geografică specificarea acesteia, pe tipuri de accidente ecologice, pentru o anumită perioadă de timp, prin specificarea limitelor intervalului care interesează, pentru toate accidentele ecologice monitorizate.

Componenta dispune de o interfață prietenoasă, de tip ecran, cu aparență și mod de utilizare asemănător unei interfețe grafice, beneficiind de un help on-line, contextual, destinată asistării utilizatorului, pe tot parcursul sesiunii de lucru, privind lansarea în execuție a funcțiilor specifice pentru monitorizare ecologică la nivel central.

Interfața realizează conectarea utilizatorului la baza de date relațională de la nivel central, selectează și lansează în execuție funcțiunile proprii și asistă utilizatorul în exploatare, prin intermediul unui sistem de meniuri ierarhizate arborescent.

- ECO_TERMINAL, componentă destinată administrării bazei de date, monitorizării ecologice la nivel regional, care realizează:
 - preluarea, validarea și stocarea în baza de date a informațiilor referitoare la nomenclatoarele utilizate în cadrul sistemului, specifice acestui nivel;
 - monitorizarea indicatorilor de mediu, transmiși de agenții economici;
 - editarea de rapoarte specifice nivelului teritorial: situația indicatorilor de mediu pentru fiecare subsistem ecologic monitorizat (apă, aer, sol, biota), situația indicatorilor de mediu pentru fiecare agent economic, situația pentru fiecare indicator de mediu, situația indicatorilor de mediu pentru o perioadă (zi, lună, an) de monitorizare specificată;
 - elaborarea situațiilor statistice privind evoluția indicatorilor de mediu;
 - analiza accidentelor ecologice;
 - gestionarea transferului către nivelul central a informațiilor privind valorile măsurate ale indicatorilor de mediu monitorizați și a accidentelor ecologice înregistrate;
 - realizarea efectivă a traficului de date către nivelul central, prin Internet.

Componenta dispune de o interfață tip portal, destinată asistării utilizatorului, pe tot parcursul sesiunii de lucru, privind lansarea în execuție a funcțiilor specifice pentru monitorizare ecologică, la nivel regional, și gestionarea transferului datelor, către nivelul central.

Interfața realizează conectarea utilizatorului la baza de date relațională de la nivel regional, selectează și lansează în execuție funcțiunile proprii și asistă utilizatorul în exploatare, prin intermediul unui sistem de meniuri ierarhizate arborescent.

- ECO_LOCAL, componentă destinată administrării bazei de date, monitorizării ecologice la nivel local și realizează:
 - preluarea, validarea și stocarea în baza de date a informațiilor specifice nomenclatoarelor utilizate în cadrul sistemului, la acest nivel;
 - monitorizarea indicatorilor de mediu în cadrul agenților economici;
 - editarea de rapoarte specifice nivelului local: situația indicatorilor de mediu pentru fiecare subsistem ecologic monitorizat (apă, aer, sol, biota), situația indicatorilor de mediu înregistrați în toate locurile de măsurare, situația indicatorilor de mediu după proveniența probei, situația indicatorilor de mediu pentru care s-a depășit intervalul de normalitate;
 - editarea graficelor privind evoluția indicatorilor de mediu;
 - elaborarea situațiilor statistice privind evoluția indicatorilor de mediu;
 - gestionarea transferului către nivelul teritorial a informațiilor privind valorile măsurate ale indicatorilor de mediu monitorizați și a accidentelor ecologice înregistrate;
 - realizarea efectivă a traficului de date către nivelul teritorial.

Componenta dispune de o interfață tip portal, destinată asistării utilizatorului, pe tot parcursul sesiunii de lucru, privind lansarea în execuție a funcțiilor specifice pentru monitorizare ecologică la nivel local (S.C. GrantMetal S.A.) și gestionarea transferului datelor către nivelul regional.

Interfața realizează conectarea utilizatorului la baza de date relațională de la nivel local, selectează și lansează în execuție funcțiunile proprii și asistă utilizatorul în exploatare, prin intermediul unui sistem de meniuri ierarhizate arborescent.

Componentele sistemului sunt produse software dezvoltate modular, cu facilități în gestionarea datelor și cunoștințelor de mediu și constituie, fiecare în parte, un instrument interactiv, un mediu de monitorizare a ecosistemelor și de analiză a accidentelor ecologice. Funcțiunile sunt apelabile prin intermediul interfeței specifice fiecărei componente, din meniuri ușor accesibile. În continuare, este prezentată interfața tip portal, specifică nivelului local (S.C. GrantMetal S.A.):

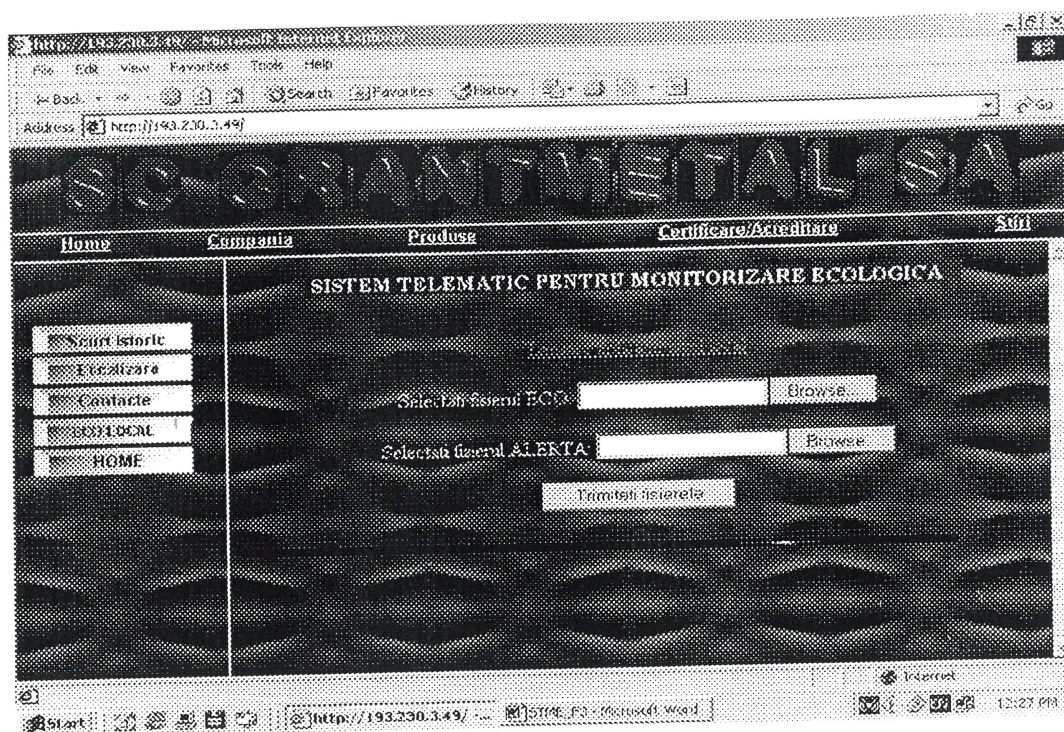


Figura 3. Interfață nivel local

5. Concluzii

Lucrările de cercetare, care au avut ca obiectiv dezvoltarea unui sistem telematic pentru monitorizare ecologică, s-au realizat și au fost finanțate în cadrul programului național de cercetare RELANSIN. Acestea au fost finalizate prin elaborarea și integrarea componentelor software, ce acoperă totalitatea funcțiunilor privind asistarea procesului de monitorizare a ecosistemelor și analiza accidentelor ecologice, pentru fiecare nivel decizional implicat (local, regional și central). Sistemul realizat permite elaborarea de soluții coerente, transmisibile, evolutive și partajabile, furnizând personalului implicat mijloacele de stocare, procesare și transmitere optimă a datelor și informațiilor, prin rețeaua Internet, către nivelurile ierarhice implicate în procesul de monitorizare ecologică.

Sistemul telematic pentru monitorizare ecologică este un sistem informatic, care asigură procesarea la distanță a datelor ecologice, prin baze de date distribuite, dispunând de funcții de achiziție, stocare, procesare și raportare a datelor ecologice, precum și transmisia datelor, prin rețeaua Internet, între nivelurile ierarhice implicate.

Rezultatele tehnice ale realizării proiectului s-au concretizat prin elaborarea de noi tehnici și metode informatice adecvate pentru domeniul protecției mediului, prin crearea unui instrument performant de monitorizare ecologică și implementarea rezultatelor în cadrul organizațional al agentului economic S.C. GrantMetal S.A. București.

Efectele sociale ale aplicării rezultatelor cercetării au condus la integrarea, la un nivel superior, a tehnologiei informației și comunicațiilor de date, facilitarea fundamentării științifice, pe baza datelor reale, a deciziilor, informatizarea societății.

Efectele științifice și tehnologice contribuie, în plan teoretic și practic, la dezvoltarea procesului de monitorizare ecologică asistată cu instrumente moderne informatice, bazate pe standarde internaționale în vederea integrării în UE.

Efectele economice s-au concretizat prin beneficii rezultate din creșterea competitivității agentului economic, creșterea adaptabilității acestuia la cerințele și exigențele pieței, creșterea performanțelor utilizatorilor, creșterea eficienței utilizării calculatoarelor și produselor software, reducerea timpului de obținerea a informațiilor necesare factorilor de decizie, precum și a efortului de asigurare a calității mediului, cu consecințe directe și indirecte asupra eficienței și eficacității activității asistate de calculator.

Instrumentul informatic susține efortul de modernizare a domeniului abordat și de creștere a calității vieții, prin reducerea substanțială a costurilor și duratelor de transfer de know-how.

Elaborarea sistemului software, care dispune de caracteristici performante, bazate pe concepte moderne din domeniul monitorizării ecosistemelor a informaticii și comunicațiilor de date, constituie o cerință actuală și prioritară a economiei naționale, iar apariția sistemelor de acest tip a determinat o abordare complexă a problematicii. Sistemul permite asistarea procesului de monitorizare ecologică și constituie un software de aplicație specializat, dezvoltat ca un produs - program integrat într-o concepție unitară, putând fi utilizat independent sau component al unui sistem multinivel de decizie.

Datorită globalizării economiei și a piețelor de desfacere, supraviețuirea și dezvoltarea agenților economici într-un climat concurențial depind tot mai mult de aderarea la noile concepte moderne privind calitatea mediului, de constrângerile provenind din evoluția reglementărilor privind protecția mediului înconjurător, dezvoltarea durabilă, protecția consumatorilor, precum și acele rezultate din evoluția tehnologiilor, inclusiv a tehnologiei informației. În acest context, sistemul informatic constituie un suport pentru asistarea procesului de monitorizare ecologică și reprezintă o soluție nouă, performantă în informatica industrială.

Bibliografie

1. * * *: Legea 137 / 1996 privind protecția mediului, Monitorul Oficial nr. 264 / 28.10.1996.
2. **ABRAHAM, K.**: Environmental Liability and the Limits of Insurance. În: Columbia Review, Vol. 88, 1988.
3. **ARROW, K.**: Aspects of the Theory of Risk - Bearing. În: Yrjo Jahnssonin Saatio, Helsinki, 1965.
4. **ARTHUR, L. J.**: Rapid Evolutionary Development, John Wiley & Sons, New York, 1992.
5. **BERCA, M.**: Strategii pentru protecția mediului și gestiunea resurselor, Editura Grand, București, 1998.
6. **BERCA, M.**: Teoria gestiunii mediului și a resurselor naturale, Editura Grand, București, 1998.
7. **BERGKAMP, L.**: A Future Environmental Liability Regime. În: European Environmental Law Review, 1998.
8. **BETLEM, G.**: It's No Use Crying Over Split Chemicals. În: Maastricht Journal of European and Comparative Law, 1995.
9. **BROWN, L. R.**: Probleme globale ale omenirii, Starea lumii 1996, Editura Tehnică, București, 1996.
10. **CALABRESI, G.**: The Costs of Accidents. A Legal and Economic Analysis, Yale University Press, New Haven, 1970.
11. **CONSTANTINESCU, L., M. MIRESCU, M. GÂLCĂ**: Concepte arhitecturale moderne pentru sistemele interactive în timp real. În: Lucrările Conferinței Naționale de Cibernetică, București, 2001.
12. **CÂLȚAN I., L. CONSTANTINESCU, G. DANCIU**: Impactul reziduurilor tehnologice asupra poluării. În: Lucrările Simpozionului științific internațional „Mediul și cooperarea transfrontalieră TransEco”, Suceava, ISBN 973-0-00788-0.
13. **CONTE, S. D., H. E. DUNSMORE, V. Y. SHEN**: Software Engineering Metrics and Models, Benjamin / Cummings, Redwood City, California, 1986.
14. **DELANETTE, M.**: Methodes quantitatives et mathématiques modernes: Recherches operationelles en administration - gestion organisation - production, Delagrave, Paris, 1969.
15. **DEWEES, D., D. DUFF, M. TREBILCOCK**: Exploring the Domain of Accident Law; Taking the Facts Seriously, Oxford University Press, 1996.
16. **HAREL, D.**: Algorithmics: The Spirit of Computing, 2nd Edition, Addison - Wesley, Reading, 1992.

17. **NISTREANU V., VL. NISTREANU:** Amenajarea resurselor de apă și impactul asupra mediului, Water Power and Dam Construction Handbook.
18. **NISTREANU, V., VL. NISTREANU, G. DUMITRAN, L. CORCODEL:** Elemente de ecologie, Editura Bren, București, 1999.
19. **OGUS, A. I.:** Standard Setting for Environmental Protection: Principles and Processes, Environmental Standards in the European Union, 1994.
20. **OTT, C., H. B. SCHAFER:** Negligence as Untaken Precaution, Limited Information and Efficient Standard Formation in the Civil Liability System. În: International Review of Law and Economics, 1997.
21. **RAWLINS, G. J. E.:** An Introduction to the Analysis of Algorithms, Computer Science Press, New York, 1992.
22. **REHBINDER, E.:** Towards a Community Environmental Liability Regime: the Commission's White Paper on Environmental Liability, Environmental Liability, 2000.
23. **SHAVELL, S.:** Economic Analysis of Accident Law, Harvard University Press, Cambridge, 1987.
24. **STĂNCIULESCU, FL.:** Sisteme telematice. Aplicații. În: Revista Română de Informatică și Automatică, vol. 9, nr. 2, 1999, pp. 7-20.
25. **VASILIU, D., VL. NISTREANU, V. NISTREANU, N. VASILIU:** Sistemul informațional al mediului, Editura Printech, București, 2000.
26. **WAGNER, F.:** Risk Securitization. An Alternative Risk Transfer of Insurance Companies, Geneva Papers on Risk and Insurance, 1998