

„SISTEM PENTRU MANAGEMENTUL ZONEI DE RISC LA INUNDAȚII ÎNTR-UN BAZIN HIDROGRAFIC” (SMZRI)

Sălceanu Gh.*

1. CONSIDERAȚII GENERALE

Problema managementului riscului este atât de importantă încât depășește adesea barierele și posibilitățile tehnico-materiale ale unei națiuni. În acest sens, trebuie de subliniat intenția țărilor din grupul G7 al națiunilor dezvoltate, înaintat sub formă de studiu al managementului global interstatal, care are la bază sistemele informatice și informaționale naționale de apărare împotriva dezastrelor, sisteme ce urmează a fi interconectate prin intermediul rețelelor de telecomunicații trans-europene.

Integrarea în structurile europene impune, între altele, și monitorizarea factorilor de risc la nivelul european ceea ce va face posibilă creșterea încrederii într-un sistem de protecție eficient.

Orientări, direcții, obiective cunoscute, stadiul existent

Obiectivul principal al acestui proiect este acela de a realiza un prototip informatic de observare, măsurare, înregistrare, prelucrare și transmitere de date care să asigure factorilor decidenți informații operative cu referire la identificarea și monitorizarea fenomenului de inundații într-o zonă de risc.

Toate funcțiunile acestuia pun accentul pe latura preventivă, adică pe identificarea și pregătirea planurilor de apărare din timp astfel încât evacuarea și punerea la adăpost a populației și a bunurilor sale să fie făcută în condiții de siguranță și maximă operativitate.

Trebuie subliniat faptul că un aspect esențial al sistemelor spațiale îl constituie caracterul regional al acestora în sensul că de la zonă la zonă, în funcție de caracteristicile locale, aceste condiții pot să difere, ceea ce pune sub semnul întrebării generalizarea sistemelor informatice de acest tip fără un studiu prealabil care să aibă în vedere obiectivele propuse, funcțiunile modului de achiziție al datelor, modul de reprezentare, tipul și frecvența datelor, diseminarea, utilizatori, resurse consumate, viabilitate și eficiență. Acest lucru presupune, ca mod de abordare, realizarea unui număr de aplicații și produse de acest tip pe zone eterogene din punct de vedere funcțional după care, prin inventarierea și analiza cerințelor utilizatorilor se va putea realiza o corespondență mai bună între cerințele utilizatorului și sistemul cel mai eficace.

Printre condițiile premergătoare necesare executării unui astfel de proiect se numără:

* S.C. SINTA S.A.

- realizarea unei bnci de date geografice la scara 1:25.000/1:10.000, cuprinzând informație grafică de referință (straturile: hipsometrie, hidrologie, căi de comunicație, limite administrative, bazine hidrografice, intravilane etc) cât și informație geografică specifică (categorii de folosință, soluri, loturi agricole, zone meteo, stații pluviometrice silvicultură) etc.;

- realizarea modelului numeric al terenului la nivelul zonei luate în studiu;
- supravegherea de lucrări hidrologice pentru identificarea de scurgeri prin variații de umiditate a solului;
- urmărirea inundațiilor prin băltire;
- studiiul gradului de eutrofizare a lacurilor;
- evoluția și parametrii acoperirii cu zăpadă;
- supravegherea limitelor de zone erodate;
- identificarea alunecărilor de teren;
- cartarea zonelor inundate pentru evaluarea pierderilor și organizarea măsurilor de ajutor;
- monografia comunelor;
- alte lucrări specifice.

2. PREZENTAREA ȘTIINȚIFICĂ ȘI TEHNICĂ A PRODUSULUI

Produsul propus se înscrie pe linia realizării unei game de produse informatice de avertizare, în primul rând pornind de la fenomene meteorologice previzibile, cum ar fi prognozele meteo de lungă și medie durată, plecând de la modelarea datelor.

În al doilea rând, prototipul va conține o funcțiune puternică pe linie de monitorizare în timp operativ a fenomenelor de către cei în drept, intervenția operativă pentru protejarea oamenilor și a bunurilor materiale.

În al treilea rând, prototipul va include și funcțiunea istorică relativă la informații cum ar fi: tipul fenomenului, data producerii, măsurile luate, organele care au monitorizat efecte post-eveniment, precum și estimarea corectă a efectelor pentru stabilirea măsurilor de ajutor (inclusiv pentru sistemul de asigurare).

Gradul de noutate și complexitate al proiectului este legat de modelarea datelor spațiale plecând de la modelul numeric al terenului pentru zona studiată. Aceasta va permite analize complexe, cel puțin pe anumite subbazine hidrografice, bazate pe modele care includ distribuția precipitațiilor, scurgerea pe pante, infiltrații etc.

Alte aspecte legate de gradul de noutate al produsului:

- standardizarea informației geografice, a informației despre mediu și a celei referitoare la inundații naturale, pentru a permite interconectarea tuturor instituțiilor implicate la bazele de date;

- alinierea la standardele europene și internaționale în domeniu;

- elaborarea de algoritmi în context GIS (pentru modelul numeric al terenului)

în cadrul estimării riscurilor de inundații;

- concepția de sistem informatic “integrat” (în sensul participării mai multor instituții publice), multimedia, bazat pe tehnologia Intranet/Extranet pentru managementul calamităților;

- suport de decizie aproape în timp real.

Produsul are următoarele funcțiuni:

- a) identificarea automată, pe baza modelului “ploaie scurgere”, a zonei de risc;
- b) încărcarea zonelor de vulnerabilitate pe tipuri de dezastre;
- c) elaborarea, pe baza prognozei prin simulare, de variante ale zonei de risc;
- d) asocierea zonei de risc tipului de eveniment;
- e) prin reprezentarea digitală și monitorizarea la nivel comisie de specialitate a zonelor expuse inundațiilor datorate revărsării apelor curgătoare sau accidentelor la construcțiile hidrotehnice;
- f) actualizare date primare, urmare a acțiunilor de control sau aplicații în teren;
- g) istoric, sinteze, rapoarte;
- h) aplicații informatice punctuale.

Zonele expuse inundațiilor vor putea fi descrise prin reprezentări digitale ale entităților grafice ce constau din planuri de situație, hărți, schițe, cartograme, imagini ale entităților (ape curgătoare, lacuri, amenajări hidrotehnice, canale, zone de risc etc.) la diferite nivele: localitate, bazin hidrografic, județ, acumulări etc. precum și prin date descriptive non-grafice constând dintr-un ansamblu de tabele ce conțin informații cu referire la apele curgătoare, bazinele hidrografice, localitățile în cadrul județului, tip de vegetație, pedologie, zone meteo, baze de date statistice, localitățile expuse calamităților, rețeaua stațiilor hidrologice, hidrometrice, cote zonale de apărare, stații meteorologice și posturi pluviometrice, amenajări (construcțiile) hidrotehnice, obiective de interes național și local expuse, structurile de conducere și coordonare în domeniul apărării împotriva inundațiilor, stocurile materiale și mijloacele de apărare existente, suprafețele de teren pe categorii de folosință, categorii de soluri din cadrul localităților și informații operative: niveluri, debite, temperaturi, precipitații măsurate și arhivate în istoric.

Entităților grafice le pot fi asociate, după caz și fișiere grafice:

- fișiere imagine pentru reprezentarea imaginilor (profile transversale, longitudinale);

- fișiere de contur și fișiere de coordonate asociate pentru reprezentări vectoriale (zone de risc, acumulări, subbazine etc.).

În continuare se vor prezenta câteva funcțiuni de bază ce conferă un grad de nouitate proiectului propus:

A. Funcțiunea prognoză

Scopul acestei funcțiuni este simularea reacției bazinelor hidrografice amenajate la diferite impulsuri de precipitații și realizarea, pe această bază, a conturului zonelor de risc.

Formularea problemei

În literatura hidrologică contemporană care se referă la studiul și calculul scurgerii viiturii pluviale, un accent deosebit este pus pe elaborarea metodelor determinării caracteristicilor ploilor și averselor, ultimele fiind unul dintre factorii principali de formare de viituri.

Structura modelelor cunoscute de formare a scurgerii pluviale se bazează, în primul rând, pe aprecierea caracteristicilor principale ale ploilor și averselor. Acestea sunt valorile stratului de precipitații care generează scurgerea de o durată anumită, egală de regulă, cu durata de propagare a undei de viitură până la secțiunea de calcul a cursului. Pentru aprecierea stratului extern al precipitațiilor ce formează o viitură este necesară cercetarea reducerii în timp.

Modelul aplicat se bazează pe dependențele regionale între intensitatea precipitațiilor, durata lor și probabilitatea depășirii, adică curbele strat-durăță-frecvență (SDF). Pentru aceasta se utilizează datele observațiilor ploilor de către pluviografele rețelei și posturile meteo, din care se selectează câte un strat maxim de precipitații H_t , pentru intervale concrete de timp ($t = 4, 10, 20, 60 \dots 600 \dots 1400\text{mm}$) la fel și stratul maxim de precipitații diurne din an, conform datelor pluviometrului (H_{cm}). Analiza statistică specială a acestor date permite determinarea straturilor probabile de diferită durată, apoi și intensitatea medie de calcul:

$$\bar{i}_t = \frac{H_t(p)}{t}$$

Graficul funcției $\bar{i}_t = f(p)$ stă la baza calculului intensității precipitațiilor cu durata respectivă (t) și probabilitatea depășirii $p\%$.

Alte cerințe ale modelului:

- alinierea la standardele europene și internaționale în privința informației meteorologice și hidrologice, precum și integrarea în rețele informatice naționale și internaționale pentru prevenirea și monitorizarea catastrofelor ecologice;

- extinderea modelului la aria de cuprindere a bazinului de ordin superior;
- se vor lua în considerație următorii parametri:

- Precipitații/unitate de timp;
- Temperaturi;
- Volume de debite și timpi de propagare între secțiuni;
- Nivele realizate în zona de risc;

- zonele de risc vor fi reprezentate prin:

- Contur zonă de risc;
- Profile transversale în diferite secțiuni și longitudinale;
- Timpi de propagare la posturile hidrometrice;

- modelul se va baza pe generarea de profile transversale pe traseul cursului de apă, prin modelarea digitală a terenului utilizând curbe de nivel (1:5.000) și, eventual, puncte de cote digitizate în prealabil (se pot trasa curbe de nivel noi prin interpolarea numerică);

- bazele de date non-grafice și de tip atribut necesare asistării modului se vor încărca cu datele existente la instituțiile abilitate la nivel de Comisie Județeană de Apărare Împotriva Dezastrelor;

- realizarea unei expoziții tehnologice și a unui stand de prezentare în cadrul Prefecturii Iași pentru prototipul realizat în vederea comercializării acestuia.

Date de intrare:

a) date meteo (date de evapotranspirație, date cu referire la cantitatea de precipitații, umiditate, ploi pe durata viiturii, echivalentul în apă al stratului de zăpadă, arealul acoperit cu zăpadă, temperatura medie pozitivă, viteza medie a vântului etc.).

Datele ce se preiau din rețeaua hidrometrică existentă sau din alte surse;

b) caracteristicile bazinului hidrografic (rasterul cotelor, modelul numeric al terenului obținut prin tehnicile analizei digitale a terenului, suprafața, altitudinea medie, panta medie, curba hipsometrică, textura solului, tipul vegetației etc.);

c) parametri hidrologici determinați spațial (punctual sau bazinal) pentru punctele sau profilele de interes (debit de apă, variațiile scurgerii apei în timp, medii multianuale, elementele unei de viitură, temperatura apei, date cu referire la scurgere).

Pentru atingerea obiectivului final se vor experimenta și calibra parametrii modelului hidrologic pentru un bazin hidrografic stabilit la zona pilot și în funcție de caracteristicile acestuia (topografie, sol, vegetație, geologie) prin compunerea hidrografelor (ploaie-debit) ale bazinului de ordin inferior.

Modelul are următoarele funcțiuni:

- evaluarea cedării apei din stratul de zăpadă, cunoscând caracteristicile și elementele meteorologice declanșatoare;

- calcul al ploii efective care permite extragerea din aflusul total de apă care intră în bazin (precipitații plus cantitatea rezultată prin cedarea apei din stratul de zăpadă) a pierderilor prin evapotranspirație și infiltrație, rezultând în final ploaie efectivă care contribuie la formarea scurgerii;

- transfer cu ajutorul căruia se calculează hidrograful debitelor în bazinele mici cunoscând ploaia efectivă și parametrii funcției de transfer;

- propagarea viiturilor, care studiază compunerea scurgerii formată în bazinele mici (afluenți) și propagarea acesteia prin albie;

- exploatare lacuri, implicând politica optimă de exploatare a lacurilor de acumulare din cadrul unui bazin de acumulare.

Pentru experimentarea acestui model etapele propuse sunt:

a) modelarea topologică a bazinului. Scurgerea într-un bazin hidrologic se formează printr-un proces de integrare succesivă pe suprafață (versant) și prin albie a cantităților de apă intrate în bazin. Modelarea acestui proces complex are ca rezultat reprezentarea grafică a modului în care curg și se adună apele într-un bazin hidrografic. Această reprezentare schematică (modelarea topologică a bazinului) presupune divizarea bazinului și a rețelei hidrografice în unități omogene ținând seama de următoarele criterii:

- gradul de variabilitate al factorilor declanșatori ai scurgerii (precipitații lichide, stratul de zăpadă, temperatura aerului etc.). Acești parametri se preiau din datele operative din rețeaua posturilor pluviometrice;

- variabilitatea factorilor condiționali ai scurgerii (topografia, vegetația, solurile);

b) discretizarea topologică a rețelei hidrografice. La realizarea discretizării topologice a rețelei hidrografice (împărțirea râului în sectoare caracteristice) se au în vedere următoarele criterii:

- omogenitatea caracteristicilor hidraulice și morfometrice ale albiei minore și ale luncii inundabile;

- tipul de scurgere (unidimensională, bidimensională);

- gradul de mobilitate al albiei;

c) calibrare și verificare parametri. Pentru aplicarea în practică a modelului, este necesară detarminarea și verificarea corespunzătoare a parametrilor modelului de către specialiști, ținând seama de următoarele criterii:

- testarea separată a componentelor modelului prin utilizarea datelor experimentale;

- pentru calibrarea modelului se vor utiliza date pe o perioadă de minimum 1-2 ani;

- operațiile de calibrare și verificare a modelului pentru bazinul hidrografic definit se vor efectua în etape.

Acest modul are rolul de a întreține/actualiza baza de date geografică de referință a județului având următoarele tipuri de date organizate pe straturi:

a) informații grafice (hipsometrie, rețea hidro, rețea comunicații, limite administrative, categorii de folosință, tipuri de soluri, zone cu risc, rețea stații hidro, zone meteo, semne convenționale, grila etc.);

b) informații de tip atribut (denumiri, coduri, eticheta, valori, cote etc.).

Se va avea în vedere actualizarea bazei de date în domeniul hidrologic.

Acest modul are rolul de a întreține/actualiza bazele de date proprii cât și cele existente la organismele interesate.

Informațiile sunt de două tipuri:

a) informații permanente (unități teritorial administrative, agenți economici, populație, cadastru, nomenclatoare unitare naționale etc.);

b) informații operative (temporale) (cote, debite, temperaturi, presiune, atmosferică, vânt).

B. Funcțiunea zone de risc

Acest modul are rolul de a elabora prin simulare pe baza parametrilor hidrografici și al Modelului Numeric al Terenului delimitarea zonelor de risc (profile transversale, arie de cuprindere).

Pe baza zonelor identificate se formulează scenariii și ipoteze, cele plauzibile fiind introduse în baza de date Gestiune Zone de Risc pe tipuri de dezastre:

a) zone de risc la inundații (ploi torențiale);

b) zone de risc la fenomene meteorologice periculoase (grindină, îngheț/dezghet etc.);

c) accidente la construcțiile hidrotehnice (rupere baraje);

d) combinații.

Zonele de risc se vor aviza pe format analogic și se vor introduce în baza de date zone de risc.

În fig.1 este prezentat sistemul informațional decizional al zonei de risc la inundații.

C. Funcțiunea gestiune baza de date zone de vulnerabilitate pe tipuri

Acest modul gestionează date cu referire la zone de vulnerabilitate pe tipuri și sunt avizate în cadrul Comisiei județene de apărare împotriva dezastrelor, secțiunea inundații, fenomene meteorologice periculoase, accidente la construcții hidrotehnice.

Datele sunt grafice sub formă de reprezentări și hărți, precum și de tip atribut a căror sursă de intrare o constituie planurile, fișele tehnice existente la ora actuală.

Funcțiunea asistare elaborare planuri de apărare

Acest modul are rolul de a elabora planuri de protejare, recuperare la nivel strategic și tactic, precum și planuri de evaluare a pagubelor.

Planurile de protecție și intervenție sunt instrumente strategice și tactice (planuri de măsuri preventive, în timpul desfășurării evenimentelor precum și planul de evacuare) și au rolul de a asigura:

- gestionarea globală a acțiunilor operațiunilor de prevenire, protecție și intervenție în cazul producerii unor evenimente;
- evidența structurilor organizatorice, resursele umane, materiale și financiare necesare realizării acestor acțiuni;
- îndeplinirea misiunilor și responsabilităților care revin organismelor, formațiunilor și persoanelor cu atribuții în realizarea acțiunilor de prevenire, protecție și intervenție;
- realizarea acțiunilor de prevenire, protecție și intervenție în timp operativ și în mod organizat într-o concepție unitară.

D. Funcțiunea gestiunea bazei de date planuri de acțiuni, programe, scenarii

Aceste planuri sunt avizate la nivelul conducerii Comisiei județene de apărare, după care devin operaționale conform legislației în vigoare.

În eventualitatea apariției unor evenimente în acest doemniu, acestea se activează și se pun în aplicare.

E. Funcțiunea gestiune rapoarte operative

În urma acțiunilor de control aplicații în teren, precum și în timpul evenimentelor, pot rezulta o serie de neconcordanțe între planurile existente și acțiuni prevăzute, ceea ce impune reactualizarea datelor inițiale.

Aceste neconcordanțe pot apare în următoarele condiții:

- modificare configurație teren (acțiune a agenților natuarli sau a omului);
- modificare vegetație (defrișări, împăduriri);

- construire, demolare de obiective etc.

F. Funcțiunea aplicații informatice colaterale

Tipuri de aplicații:

- simularea zonelor inundabile la formarea și propagarea viiturilor (zone de risc);

- asistare elaborare planuri de protejare, recuperare și evaluare pagube;

- reprezentări operative:

- reprezentarea rețelei hidrografice a județului;
- reprezentări la nivel de bazin hidrografic, având în vedere râul principal și afluenții, localitățile și categoriile de teren traversate, delimitarea zonelor inundabile, amenajările și construcțiile hidrotehnice, posturile hidro-meteorologice;
- reprezentarea planului privind comandamentele, comisiile locale și stațiile hidrometrice aferente pentru apărarea împotriva inundațiilor bazinelor hidrografice ale județului;

- reprezentări grafice prin planuri, hărți, schițe, imagini ale construcțiilor hidrotehnice;

- reprezentări ale zonelor expuse calamităților la nivelul județului cu evidențierea rețelei hidrografice, formelor de relief, căilor de acces, zonelor inundate în funcție de cotele apelor;

- reprezentarea hidrografelor undelor de viitură/bazin/subbazin/râu;

- reprezentarea hărții meteo după cantitatea de precipitații;

- realizarea planurilor tematice la nivel de ape curgătoare, bazin / subbazin / județ;

- reprezentarea hărții sistemului informațional hidro-meteorologic folosit pentru stabilirea valorilor caracteristice locale de apărare și indicarea zonelor de evacuare.

- interogare Baza de Date Scenarii

tipuri de interogări:

- care este planul de evacuare a populație din zona (nume zone de risc) în zona de destinație (nume zonă destinație) pe durata (nr. ore) folosind traseul (descriere rută) și mijloace de transport de capacitate mică (Răspuns: PE 14/345);

- care este planul de evacuare a populației și bunurilor acesteia din zona (coordonate zona) în termen de o zi pe cale ferată (traseu), cu încărcare gara (nume gară) (Răspuns PE 1453/032) etc.

Printre problemele propuse spre rezolvare de o deosebită complexitate se numără:

a) Crearea unui model integrat de simulare a producerii viiturilor într-un bazin hidrografic format dintr-un model hidrologic de simulare "ploaie - scurgere" pe subbazine, cuplat cu un model de prognoza meteorologica și a unui model hidraulic de simulare a propagării undelor de viitură pe rețeaua hidrografică principală a bazinului hidrografic;

b) Evidențierea zonelor și obiectivelor cu risc major de inundare;
c) Realizarea unor scenarii privind producerea unor unde de viitură periculoase și inundarea obiectivelor existente în bazinul hidrografic studiat ca urmare a :

- Apariției și propagării unor viituri pe albiile principalelor cursuri de apă care formează bazinul hidrografic;

- A ruperii barajului râului principal și eventul a celorlalte baraje existente în bazin;

- A producerii unor scurgeri torențiale pe văi pe care există amplasate comunități umane;

d) Stabilirea măsurilor operative ce trebuie adoptate în timp real în vederea apărării populației și a bunurilor împotriva inundațiilor.

Ipozeze de studiu :

1. Simularea producerii a 2 – 3 viituri virtuale în bazinul hidrografic pilot și compararea cu situația reală în timp;

2. Folosind undele de viitură sintetice se vor simula propagările unor viituri în următoarele ipoteze :

- Nivel corespunzător unui debit cu probabilitatea de 1% în râul principal;
- Nivel corespunzător unui debit cu probabilitatea de 5% în râul principal;
- Nivel corespunzător unui debit cu probabilitatea de 10% în râul principal;
- Nivel corespunzător debitului mediu multianual al râului principal;
- 2-3 ipoteze de rupere pentru barajele existente în bazinul hidrografic.

Algoritmul de calcul

- Simularea undelor de viitură pe subbazine prin utilizarea unui model conceptual ploaie-scurgere care calculează afluxul mediu de apă din ploaie și din topirea stratului de zăpadă, a stratului scurs (printr-un model de tip rezervoare) și integrarea ploii nete pe versanți (model de tip hidrograf unitar). Pentru calculul afluxului mediu de apă pe subbazin se vor folosi atât precipitațiile înregistrate cât și cele prognozate. Undele simulate pe subbazine se vor constitui ca date de intrare în modelul hidraulic de propagare

- Simularea propagării apei în regim nepermanent prin albi deschise (rețea unifilară, dentritică sau inelară), în regim natural, utilizând un procedeu de integrare numerică, în diferențe finite, eventual a sistemului de ecuații Saint Venant foarte des întâlnit. Pentru bazine mici, cu regim torențial, se recomandă o metodă de integrare numerică a unei forme bidimensionale a sistemului de ecuații Saint Venant.

Metodologia și tehnicile care vor fi utilizate, instrumentele, echipamentele, software-ul

Pentru analiza, proiectarea și realizarea sistemului informatic se vor utiliza *metodologiile și tehnicile* moderne Orientate-Obiect (OO). Printre acestea, enumerăm: Metodologia SSADM Versiunea 4.0, instrumente CASE pentru analiză și proiectare orientată-obiect, instrumente de gestiune a băncilor de date și GIS, SGBD-uri etc..

Echipamentele și software-ul utilizat este prezentat în lista echipamentelor.

Pentru fazele de cercetare și dezvoltare se vor aloca următoarele resurse:

- Hardware:

O rețea în următoarea configurație:

- server PENTIUM/800MHz

RAM: 128MB

HDD: 20GB

- 3 stații de lucru PENTIUM/600MHz

RAM: 64MB

HDD: 10GB

Monitor 17" SVGA

Placă video 16MB

CD-ROM

- un plotter A1 HP600C

- un scanner A4 HP color

- inscriptor CD

- Software:

Windows 95, Windows NT, Microsoft ACCESS, Oracle, MapInfo V.5.4, MicroStation 95,

MicroStationGeographics;

- Comunicații: nod Internet etc.