

## SISTEM SUPORT DE DECIZIE ÎN GESTIUNEA APELOR URBANE (URBWATER)

**Radu Săgeată, Mihaela Persu, Bianca Dumitrescu**

*Romanian Academy, Geography Institute, București*

**Abstract: Support system for urban water management decisions.**  
*Elaboration of a data-base module structure.* This was the first step in analysing the impact of the types and domains of the urban ecosystem on the structure of the periurban space by distinctive levels of space organisation (macro-territorial, mezzo-territorial and micro-territorial). The size of these levels is determined in terms of the complexity of the whole. Furthermore, the particular traits of various types of town-periurban space biunivocal impact were identified in relation to the relief potential by taking into account the distribution of towns by big relief units and hypsometric steps, as well as their position against the waterways. The purpose was to assess territorial expansion and the limits of the suburban systems to be studied in the future stages of research. While physiognomy often poses no other problems but the explanation of the succession of major sequences, unveiling the character of energy, substance and information fluxes was particularly challenging. *Assessment of environmental potential.* The next step was to assess the environmental potential as a premiss for defining the extent of town vulnerability to various types of flooding. Assessing environmental potential is a very complex undertaking based in principal on the knowledge of the resources and present condition of towns. Micro-territorial assessments proceed from a detailed analysis of major components in the light of the particularities of the analysed geosystem. Evaluating geological, geomorphological, topoclimatic, biogeographical, hydrological and other resources raises no technical or methodological difficulties. *Assessment of human impact on the geosystem.* This is a basic aspect in detecting critical areas / points, that is, the thresholds of those geosystems in which the imbalance between consumption of resources and available resorces is so great that the whole territorial system risks to be degraded.

**Key words:** *urban water management, flood risk*

Studiul evidențiază rezultatele preliminare ale contractului de cercetare cu același nume, încheiat între Agenția Managerială de Cercetare Științifică, Inovare și Trasfer Tehnologic (AMCSIT-Politehnica București) și Universitatea Tehnică de Construcții București (UTCB) ca partener principal, respectiv Universitatea Politehnică București (UPB), Institutul de Geografie al Academiei Române (IGAR), Institutul Național de Hidrologie și Gospodărire a Apelor (INHGA) și Administrația Națională de Meteorologie (ANM), ca parteneri asociați. Contractul, având acronimul URBWATER, se desfășoară în cadrul

Programului de Cercetare de Excelență RELANSIN, încadrându-se în patru arii tematice:

- Schimbări climatice, poluare și risc,
- Managementul durabil al resurselor,
- Mijloace de evaluare și observare a pământului,
- Tehnologii informatice ca răspuns la provocările societății (Mediu și dezvoltare durabilă).

### **Obiectivele proiectului**

Proiectul își propune să abordeze două dintre cele mai importante evenimente periculoase care amenință activitatea socio-economică și mediul înconjurător în zonele urbane și anume inundațiile și poluarea cronică și accidentală a apelor. Se propune un Sistem Suport de Decizie (DSS) alcătuit dintr-o bază de date orientată, un set de metode și modele pentru determinarea modului de formare și propagare a viiturilor urbane și a transportului poluanților.

Obiectivele generale ale proiectului constau în elaborarea de metodologii pentru:

1. Determinarea zonelor vulnerabile la inundații produse de cursurile de apă din amonte, apele de șiroire de pe versanții zonelor înconjurătoare sau/și de pe ariile urbane, precum și măsurile de reducere a efectelor inundațiilor,

2. Evaluarea consecințelor poluării cronice asupra emisarului, identificarea surselor de poluare accidentală, a condițiilor de producere, a modului de transport a poluanților, precum și măsuri de gestionare a crizei în caz de poluare.

Pentru lărgirea bazei actuale de date, se fac propuneri privind completarea și modernizarea acesteia în vederea unui monitoring integrat printr-o rețea de stații automate la sol și sisteme de observație satelitare. Metodologiile elaborate în sistem GIS pentru fiecare dintre problemele anunțate trebuie adaptate la diferitele tipuri de condiții fizico-geografice și demografice, la particularitățile infrastructurii sistemelor de evacuare a apelor uzate și pluviale urbane, la tipurile de acoperire și folosire a terenului. În acest sens, a fost realizată o tipologie urbană la care se vor referi seturile de metode și modele.

Aplicarea acestor modele s-a făcut prin studii de caz pentru zonele urbane care se încadrează în diferitele tipologii. Consultarea principalilor factori implicați în problemele apelor urbane precum și a reprezentanților populației urbane, inclusiv activitățile privind diseminarea la beneficiari a rezultatelor proiectului va constitui un obiectiv important menit să fundamenteze soluțiile

proapse din punct de vedere al percepției populației și să asigure valorificarea rezultatelor obținute.

Obiectivele specifice care au revenit colectivului de cercetare din cadrul Institutului de Geografie al Academiei Române au constat în:

- Încărcarea bazei de date referitoare la condițiile fizico-geografice,
- Realizarea unui raport de sinteză privind relația dintre sistemul natural și sistemul socio-economic,
- Realizarea unui raport de sinteză privind condițiile socio-economice, climatice, geografice și utilizarea terenului în zonele urbane,
- Participarea la elaborarea studiilor de caz.

### **Principalele activități întreprinse**

*1. Abordarea participativă a gestiunii integrate a apelor din zonele urbane, prin:*

- Elaborarea de metodologii de delimitare a zonelor inundabile în orașe ca urmare a debitelor maxime produse pe rețeaua hidrografică din amonte,
- Elaborarea de metodologii de delimitare a suprafețelor inundabile pe zonele cu drenaj insuficient a apei în orașe ca urmare a precipitațiilor torențiale căzute pe bazinul de recepție propriu,
- Evaluarea vulnerabilității la poluare a surselor de apă utilizate pentru alimentarea cu apă în zone urbane,
- Monitorizarea folosințelor din zonele urbane care generează poluare cronică sau susceptibilitate de a genera poluări accidentale,
- Evaluarea consecințelor poluării cronice și a poluării accidentale din zonele urbane asupra emisarului, precum și asupra acviferelor,
- Conceperea structurii și componenteii sistemelor informaționale de monitorizare a poluărilor cronice și a situațiilor de criză cauzate de poluări sau de inundarea zonelor urbane,
- Gestionarea situațiilor de criză cauzate de poluări accidentale sau de inundarea zonelor urbane,
- Elaborarea de măsuri pentru reducerea vulnerabilității în contextul unei gestiuni integrate a apelor în zonele urbane,
- Elaborarea unor scheme și modele de optimizare a eficienței energetice în infrastructura municipală de apă: sisteme de alimentare cu apă, sisteme de canalizare, stații de tratare a apei potabile, stații de epurare a apelor uzate,
- Consultarea principalilor utilizatori privind problemele de gestiune a apei din zonele urbane și asupra soluțiilor de ameliorare propuse.

2. *Realizarea unor studii de caz pentru exemplificarea metodologiilor prezentate pentru orașele București și Galați.*

3. *Elaborarea de măsuri pentru gestionarea riscului la inundații cauzate de debitele maxime provenite din amonte sau din precipitațiile torențiale produse pe bazinul de recepție propriu pe baza unor studii de caz, respectiv a monitărării inundațiilor din Valea Dunării, din aprilie 2006.*

### **Elaborarea structurii modulului de bază de date**

Elaborarea structurii modulului de bază de date a IG a pornit de la cuantificarea rolului și a importanței orașelor ca puncte nodale în organizarea spațiului geografic. Ca prim pas a fost elaborată o metodologie de analiză a tipurilor și a domeniilor de impact pe care ecosistemul urban le are asupra structurării spațiului periurban în raport cu diferite tipuri de organizare spațială (macroteritorial, mezoteritorial și microteritorial). Variabilitatea acestor mărimi este determinată de ceea ce se consideră „întreg” în toată complexitatea sa. Pe această bază s-a trecut la identificarea particularităților diferitelor tipuri de impact biunivoc oraș – spațiu periurban, în raport de potențialul reliefului avându-se în vedere repartiția orașelor pe mari unități de relief și trepte hipsometrice, la care s-a adăugat poziționarea acestora în raport de arterele hidrografice. Scopul acestei acțiuni îl constituie precizarea întinderii teritoriale și a limitelor subsistemelor urbane ce vor fi luate în analiză în viitoarele etape de cercetare. Dacă aspectul fizionomic este deseori evident și nu implică decât probleme explicative legate de succesiunea secvențelor principale, de mare însemnătate este remarcarea caracterului pe care îl îmbracă fluxurile energetice, de substanță și informație. În funcție de specificul acestor fluxuri, prin generalizare, au fost distinse mai multe tipuri morfologice evidente:

- Fluxuri de substanță și energie cu caracter convergent: configurație specifică unui sistem identificat cu o depresiune, cu o zonă de influență a unui centru urban sau cu un spațiu funcțional axat pe un sistem urban. În primul caz asistăm pe de o parte la tendințele de drenare a apei spre un colector principal și de transport natural al materiei de pe versanți spre zona centrală a sistemului, iar pe de altă parte de orientarea principalilor curenți de materii prime și bunuri spre așezările situate de regulă în partea cea mai joasă altitudinal. Gravitația este fundamentală în orientarea acestor fluxuri.

- Fluxuri de substanță și energie cu caracter divergent. Acest caracter este ușor de remarcat în cazul unui sistem teritorial care se suprapune sau aparține unei arii montane sau zone profund rurale. Orientarea fluxurilor este în ambele cazuri divergentă, iar structura lor depinde de parametrii fizico- și economico-geografici ai sistemului respectiv. Accesibilitatea, diferențierea

altitudinală și poziția geografică reprezintă aspecte ce influențează mai mult sau mai puțin caracterul divergent al acestor fluxuri de materie și energie. Acest tip de orientare a fluxurilor poate fi întâlnit și în cazul unei unități de câmpie, dar care se caracterizează prin inexistența unui centru polarizator intern, respectiv un teritoriu nepolarizat (sau slab polarizat). Într-un asemenea cadru, deplasările de populație, produsele agricole, alte resurse de materii prime sunt orientate spre ariile limitrofe.

- Fluxuri de substanță și energie cu caracter liniar: specifice văilor transversale, unde, de regulă, există o oarecare dominanță a circulației de substanță și energie, determinată de rolul într-o arie restrictivă sau de funcția de legătură ce o îndeplinește aceasta între două regiuni alăturate. În cadrul unor văi transversale tipice (culoare de vale) există o oarecare echivalență între fluxurile de intrare și de ieșire, primele fiind nesemnificativ modificate sub aspect cantitativ sau calitativ. Liniaritatea fluxurilor energetice și de masă rămâne dominantă, chiar în cazul unor modificări interne, cauzate de existența unor centre economice și urbane, mijlocii sau mari, de primirea unor afluenți importanți în sectorul respectiv.

Aceste configurații sunt ușor de conturat la nivel de macro- și mezoscară, fiind utile în stabilirea cadrului general de elaborare a unor modele de organizare actuală a sistemelor teritoriale.

Următorul pas al demersului științific l-a constituit evaluarea potențialului mediului, ca premisă a tipizării orașelor după vulnerabilitatea acestora la diferite categorii de inundații. Operațiune deosebit de complexă, evaluarea potențialului mediului se axează, în principal, pe cunoașterea resurselor și a stării acestora. La nivel microteritorial, evaluarea potențialului mediului se face printr-o analiză detaliată a principalelor componente în funcție de specificul geosistemului analizat. Evaluarea resurselor geologice, geomorfologice, topoclimatice, biogeografice, hidrologice etc. nu constituie o dificultate tehnică sau metodologică. Problema trebuie însă corelată cu gradul de vulnerabilitate în ansamblu al geosistemului, cu pragurile de consum de la care evoluția acestuia poate să se abată de la traiectoria normală.

Ultimul scop al analizei l-a constituit evaluarea gradului de antropizare al geosistemului, condiție esențială pentru depistarea ariilor / punctelor critice, respectiv a acelor praguri ale geosistemelor în care dezechilibrul dintre consumul de resurse și resursele disponibile de bază este atât de mare încât riscă să degradeze întregul sistem teritorial. Au fost luați în analiză trei categorii de parametri:

- nivelul încărcăturii umane, evaluat prin densitatea populației, știut fiind că o valoare mare a acesteia indică o presiune sporită asupra spațiului și a elementelor mediului;

- tipul spațial al antropizării, ce se referă la configurația arealelor afectate de creșterea gradului de populare a geosistemului. Se disting trei categorii: antropizare punctuală (în situația unor centre umane izolate), antropizare lineară (de-a lungul unui râu, a unei căi de comunicație sau pe litoralul marin) și antropizare în suprafață, în regiunile de câmpie, de exemplu.

- caracterul temporal, în raport de care se distinge o antropizare continuă, permanentă, a cărei intensitate poate fi cuantificată evolutiv, una temporară (dată de exploatarea unor resurse în arii naturale compacte) și alta sezonieră, tipică pentru ariile alpine.

Gradul de antropizare este răspunzător de accentuarea complexității geosistemelor, iar evaluarea, chiar globală a acestuia, poate constitui un element important în strategiile de dezvoltare durabilă.

#### *Rezultatele obținute*

- Elaborarea unei analize privind diagnoza sistemelor urbane.
- Identificarea principalelor categorii de orașe vulnerabile la inundații, ca premisă a stabilirii unui eșantion caracteristic.
- Elaborarea unui dicționar de termeni utilizați în analiză.
- Elaborarea structurii modulului bazei de date relevant pentru scopul urmărit, după următoarele submodule:
  - caracteristici naturale
  - presiunea demografică asupra mediului
  - vechimea presiunii demografice
  - infrastructura tehnico-edilitară
  - calitatea vieții
  - mișcarea migratorie
  - structura profesională a populației
  - infrastructura educativă
  - infrastructura sanitară
  - infrastructura locativă și fondul locativ de rezervă
  - modul de utilizare al terenurilor în intravilan
  - dimensiunea și caracteristicile poluării.

Scopul final al modelului conceptual privind analiza și diagnoza ecosistemelor urbane l-a constituit elaborarea structurii modulului de bază de

date, care, la rândul său, constituie un prim pas pentru identificarea unui eșantion reprezentativ de orașe ce vor fi alese ca studii de caz în etapele următoare.

### **Elaborarea modelului de evaluare privind vulnerabilitatea la inundații a orașelor din România**

#### *Considerații teoretico-metodologice*

Recentele inundații din 2005 și din primăvara anului 2006 au repus în discuție problema vulnerabilității la inundații pentru orașele României. Debitele excepționale ale Dunării din aprilie 2006 și inundarea unor zone din intravilanul orașelor Bechet, Turnu Măgurele, Zimnicea, Călărași, Cernavodă, Fetești a falezei inferioare, a portului și șantierului naval din Galați, distrugerea digurilor de protecție au demonstrat vulnerabilitatea la inundații a zonelor rezidențiale și a dotărilor industriale existente în lungul fluviului. La aceasta se adaugă inundațiile din toamna anului 2005 datorate revărsării Ialomiței, când a fost afectată Slobozia, dar și de la Sebeș, Cugir sau Eforie. Toate acestea, demonstrează faptul că riscul la inundații ar trebui să constituie o componentă de bază în gestiunea riscului geocologic urban.

Iată de ce, în cadrul proiectului *URBWATER – Sistem suport de decizie în gestiunea apelor urbane* s-au început demersurile privind elaborarea unui model de evaluare a riscului la inundații în orașele din România, ca element de bază pentru evaluarea costurilor pagubelor potențiale produse prin inundații. Prin încheierea de parteneriate de colaborare cu autoritățile locale, acest demers va sta la baza îmbunătățirii planurilor de urbanism general printr-o mai bună utilizare a terenurilor în intravilan.

Acest model va avea în vedere două elemente de bază:

- probabilitatea producerii evenimentului (**P**), determinată cu ajutorul unor indicatori fizico-geografici (poziție geografică, declivitatea terenurilor, permeabilitatea substratului, debitul și secțiunea arterei hidrografice limitrofe etc.)

- vulnerabilitatea orașului (**V**), deteminată cu ajutorul unor indicatori socio-economici (potențial demografic, infrastructură, valoarea clădirilor etc.)

Astfel, riscul  $R = \sum P_i \times C_i$ , unde  $C_i = v_i \times V_i$  (%),  $v_i$  reprezintă valoarea pagubelor, iar  $V_i$  este valoarea totală a imobilelor afectate.

Prin urmare, în evaluarea riscului la inundații au fost avuți în vedere indicatori clasificați în trei clase:

1. *Indicatori geologici și geomorfologici*: geologie, geomorfologie, litologie și soluri, a căror cuantificare finală o constutue evaluarea gradului de permeabilitate a substratului pe care s-au dezvoltat orașele. De aceea, această

categorie de indicatori am mai numit-o și indicatori de substrat. La aceasta se adaugă poziția în raport de valea principală ce constituie principala sursă de vulnerabilitate la inundații: în lunca inundabilă, în culoare de vale și depresiuni (zone de convergență a apelor de pe versanți), pe interfluvii plate (zone de stagnare a apelor provenite din inundații) sau pe versanți (zone de divergență a apelor, ferite de inundații).

2. *Indicatori hidro-climatici*, reprezentați prin cantitatea și regimul precipitațiilor, regimul hidrologic, debite, secțiuni hidrologice etc.

3. *Indicatori demografici și socio-economici*, reprezentați pe de o parte prin potențialul demografic, iar pe de altă parte prin infrastructura tehnico-edilitară<sup>1</sup> și sanitară<sup>2</sup>.

Importanța fiecăruia dintre acești indicatori pentru stabilirea riscului la inundații a fost evaluată prin atribuirea de note de la 0,1 (pentru indicatorii ce determină o vulnerabilitate minimă a ecosistemului urban) la 1 (pentru indicatorii ce determină o vulnerabilitate maximă a ecosistemului urban).

#### *Evaluarea indicatorilor geologici și geomorfologici*

Europa Centrală și de Est traversează o perioadă de modificări rapide atât în plan politic și economic ale căror efecte se resimt și asupra calității mediului în regiune. Câteva dintre problemele de mediu specifice regiunii Europei Centrale și de Est sunt: hazardele naturale (ploile torențiale, alunecări de teren, inundații, secete, incendii forestiere) și modificările în regimul precipitațiilor (*Declarația de la Sinaia, 2004*).

Aceste aspecte sunt interconținuate și joacă un rol semnificativ în procesul de dezvoltare economică și socială regională. În ultimele două decenii s-a constatat faptul că o creștere importantă a cantității de precipitații în unele părți ale regiunii are deja implicații asupra sistemului social și economic.

Anul 2005 se evidențiază în șirul anilor de observații meteorologice de după 1874, drept un an de excepție privind cantitățile de precipitații însumate lună de lună și cu deosebire în semestrul cald, la nivelul întregii țări cu 7 valuri de inundații cu efecte catastrofale, soldate cu pagube materiale de peste un miliard de euro și 62 de vieți omenești.

Precipitațiile căzute în România au fost excedentare, pe arii extinse, mai cu seamă în sudul și sud-estul teritoriului, având în majoritatea situațiilor caracter torențial, producându-se depășiri semnificative (> 50%) ale cantităților

<sup>1</sup> Infrastructura tehnico-edilitară: lungimea rețelei de canalizare, număr de locuințe existente, lungimea străzilor, lungimea rețelei de distribuție a apei potabile, lungimea rețelei de distribuție a gazelor naturale.

<sup>2</sup> Infrastructură sanitară: număr de spitale, număr de policlinici, număr de farmacii, număr de medici, număr personal mediu sanitar, etc.



medii multianuale la 76 din cele 160 stații meteorologice în funcțiune. Cantitățile de apă au fost deosebit de mari în Oltenia, Muntenia și Dobrogea. Dintre cele mai mari cantități înregistrate în 24 de ore menționăm: 220 mm la Biruința, 154 mm la Mangalia județul Constanța, 128 mm la Răchițele, 127 mm la Mălureni județul Argeș, 124 mm la Moroieni și 123 mm la Malu cu Flori județul Dâmbovița.

Datorită unei situații sinoptice favorabile pe areale extinse în Europa, în România anul 2005 a înregistrat intervale cu extreme termice deosebite, cu instabilități atmosferice și fenomene meteorologice asociate acestora neobișnuite ca intensitate și cu cantități de precipitații cu caracter istoric. În aceste condiții, alături de situația sinoptică care oferă imaginea expunerii la riscul precipitațiilor excedentare, un rol important îl are poziția geografică a așezărilor umane atât în cadrul unităților și subunităților de relief cât și localizarea acestora la nivel de microunități de relief.

În România, majoritatea orașelor sunt localizate în depresiuni, culoare de vale iar ca microunități de relief în lunci, terase, versanți, câmpuri interfluviale. Astfel, microunitățile de relief mai mult sau mai puțin fragmentate, oferă condițiile de stagnare sau infiltrare a apei alături de petrografia caracteristică. În luncă, unde se întâlnesc frecvente fenomene de înmlăștinire iar depozitele aluvionare de luncă, alcătuite în principal din roci sedimentare friabile impermeabile (argile, marne) nu permit infiltrarea apei.

Din acest punct de vedere, poziționarea acestora în cea mai mare parte în luncă sau în terasa de luncă (cu depozite aluvionare de luncă reprezentate de argile, marne etc, roci impermeabile care nu permit infiltrarea apei), expune așezările la pericolul inundațiilor.

Orașele situate pe podurile teraselor, versanți, interfluvii cu o petrografie specifică (pietrișuri, nisipuri) care permit infiltrarea apei, sunt mult mai puțin expuse la astfel de fenomene. De asemenea, glacisurile piemontane, șesurile piemontane, conurile de dejecție atât prin înclinarea pantelor cât și prin petrografia caracteristică (pietrișuri, conglomerate, nisipuri) ce favorizează scurgerea și respectiv infiltrarea apei, oferă condiții favorabile așezărilor umane.

În unitățile de câmpie, majoritatea orașelor sunt localizate în lungul principalelor artere hidrografice, în lunci, terase și mai puțin pe câmpurile interfluviale. În Câmpia Română, orașele localizate în Lunca Dunării sau chiar în terasa de luncă prezintă cea mai mare vulnerabilitate la inundații, de asemenea, și cele localizate în luncile Argeșului, Oltului, Jiului, Buzăului, Siretului etc. Depozitele de luncă (argile, marne) sunt impermeabile favorizând stagnarea apei. Aceeași situație este întâlnită și în celelalte unități de relief. În

Câmpia de Vest, majoritatea aşezărilor urbane sunt localizate atât în luncile inundabile ale principalelor artere hidrografice (Bârzava, Timiș, Crișuri, Someș etc.) cât și pe câmpurile interfluviale care aprațin câmpiei de subsidență (divagare) caracterizată printr-un proces continuu de lăsare și în care pânza freatică se găsește foarte aproape de suprafață iar râurile au tendința frecventă de a-și ieși din matcă.

În Podișul Moldovei, Podișul Getic, Podișul Mehedinți și Dealurile de Vest, aşezările urbane sunt localizate în cea mai mare parte în lungul principalelor artere hidrografice și în depresiuni, ocupând luncile și tersele râurilor dar și interfluviile și versanții.

Depresiunea Colinară a Transilvaniei grupează mai bine de 40 de orașe localizate pe terasele râurilor mari, în depresiuni și la contactul muntelui cu dealul. Orașele din Carpați sunt de asemenea localizate cu preponderență în depresiuni și în culoarele de vale iar ca microforme de relief lunci, terase, versanți de racord, glacisuri piemontane etc.

Evaluarea orașelor s-a realizat luându-se în calcul două criterii: cel al localizării din punctul de vedere al microreliefului (luncă, terase, câmpuri interfluviale, acumulări piemontane etc.) și cel al substratului litologic, acordându-se note de la 0, indicând vulnerabilitatea la riscul inundabilității, la 1, indicând vulnerabilitatea la acest risc.

În ceea ce privește localizarea orașelor pe microforme de relief, terasele, versanții, glacisurile piemontane, câmpurile interfluviale, conurile de dejecție etc. care datorită pantelor accentuate sau a interfluviilor netede nu permit stagnarea apei, au primit note de la 0,5 la 0 arătând o expunere redusă la riscul inundațiilor. Orașele localizate în luncă, terasele de luncă, câmpurile interfluviale de divagare care datorită poziției față de rețeaua hidrografică și a pânzei freatice localizată aproape de suprafață, au primit note cuprinse între 0,5 – 1 indicând o vulnerabilitate mare la inundații.

În ceea ce privește localizarea orașelor în funcție de substratul litologic depozitele aluvionare din luncă sau de pe câmpurile interfluviale de divagare (argile, marne, mături etc.) care datorită impermeabilității favorizează stagnarea apei, au primit note de la 0,5 la 1 arătând o expunere ridicată la riscul inundațiilor. Orașele având ca substrat depozite de terasă (pietrișuri, nisipuri, conglomerate) care favorizează infiltrarea apei, au primit note cuprinse între 0 și 0,5 indicând o vulnerabilitate redusă la inundații. Aceleași calificative au fost obținute și de orașele situate pe glacisuri piemontane, conuri de dejecție alcătuite predominant din roci foarte permeabile (conglomerate, pietrișuri), dar și cele a căror extindere se face și pe versanții unor dealuri sau versanți montani unde

predomină calcarele, gresiile, șisturile cristaline sau rocile vulcanice dar care datorită pantei nu permit acumularea apei.

Din evaluarea comună a microreliefului și a petrografiei rezultă orașe care nu sunt vulnerabile la inundații: Amara, Anina, Babadag, Balș, Baraolt, Băicoi, Băile Govora, Băile Olănești, Vaslui, Victoria, Zărnești etc., dar și orașe vulnerabile la inundații: Moreni, Nucet, Satu Mare, Timișoara etc. Se remarcă totuși că majoritatea orașelor, indiferent de unitatea majoră de relief în care se încadrează, sunt localizate din punctul de vedere al microformelor, în luncă și terase cu alcătuire litologică caracteristică, urmată de versanți, câmpuri interfluviale, glacisuri piemontane etc.

Modificările cuverturii terestre împreună cu hazardele naturale, cum ar fi: ploile torențiale și inundațiile pot duce la degradarea solului și poluarea râurilor, afectând astfel activitățile agricole și industriale precum și calitatea vieții în regiune.

*Evaluarea indicatorilor demografici și de infrastructură socială și tehnico-edilitară*

Elementele de risc se găsesc în interiorul arealelor cu diferite grade de vulnerabilitate și cuprind: populație, clădiri, construcții de inginerie civilă, activități economice, servicii publice, utilitățile, infrastructuri supuse riscului într-o arie dată.

Din multitudinea de elemente de risc ce pot fi luate în calcul au fost selectați o serie de indicatori demografici (număr locuitori), infrastructură tehnico-edilitară (număr locuințe, lungimea străzilor, lungimea rețelei de distribuție a apei potabile, lungimea rețelei de canalizare, lungimea conductelor de distribuție a gazelor naturale), infrastructură socială (număr spitale, policlinici, farmacii, medici și personal mediu sanitar).

Rețeaua urbană a României este constituită preponderent din orașe mici și mijlocii, sub 100.000 locuitori, acestea reprezentând 9/10 din numărul lor total, iar în cadrul grupei respective orașele sub 20.000 locuitori constituind mai mult de jumătate. Aportul lor demografic în totalul populației urbane a țării este semnificativ, dar, ca pondere relativă, în continuă scădere în cursul ultimului sfert de secol. Cel mai mare grad de risc îl prezintă orașele mari (0,6-1,0), cu mai mult de 100.000 locuitori, care de altfel sunt puțin numeroase (24 orașe în 2002). În perioada postbelică acestea s-au constituit ca o categorie distinctă de mărime în cadrul sistemului urban național. În prezent ele grupează o parte din reședintele de județ și reprezintă importante centre industriale și de servicii ale României. Sunt puncte nodale majore în rețeaua de transport național sau centre universitare și de cultură etc. Gradul mediu de risc (0,4) cuprinde orașele cu un

număr de locuitori cuprins între 50.000 și 100.000 locuitori. Datorită gradului mare de concentrare a unităților gigant cu profil industrial, lipsei de flexibilitate funcțională, orașele mijlocii sunt în prezent o categorie vulnerabilă, evoluția lor viitoare fiind condiționată de corelarea restructurării industriei cu dezvoltarea sectorului terțiar. Orașele cu populație sub 50.000 și în special sub 20.000 de locuitori prezintă cel mai scăzut grad de risc. Comparativ cu orașele din celelalte două categorii urbane, numeroase orașe mici au întâmpinat dificultăți în dezvoltarea lor, au rămas la periferia dezvoltării industriale și sociale.

Existența și starea tehnică a infrastructurii serviciilor de utilitate publică, precum și posibilitatea populației de a avea acces la aceste servicii sunt neadecvate, atât pe plan național, regional cât și local. Numărul și nivelul calitativ al locuințelor continuă să se mențină deficitar în raport cu cererea populației și cu standardele de civilizație. Se poate vorbi de o lipsă de locuințe, în general, și de locuințe cu nivel de confort ridicat, în special. Se poate observa că funcționarea normală a sistemelor de alimentare cu apă, de canalizare și de încălzire centralizată a locuințelor impune funcționarea normală a fiecărui sistem în parte. Orice disfuncțiune într-un sistem afectează toate celelalte sisteme cu efecte directe asupra vieții sociale a locuitorilor orașelor. Se impune aplicarea proiectelor existente deja și elaborarea de proiecte, mai de ansamblu, pentru reabilitarea și dezvoltarea acestor sisteme ca un tot unitar.

În privința numărului de locuințe, capitala țării este cea mai afectată în urma inundațiilor, aici fiind prezente peste 780000 locuințe. Urmează cu un risc mai scăzut la inundații marile orașe Timișoara, Cluj-Napoca, Constanța, Brașov, Iași, Galați, Craiova cu un indice de 0,7. Cu un indice de risc mare se caracterizează și alte mari orașe, precum Ploiești, Oradea, Brăila. Cea mai mică valoare o înregistrează orașele mici, un loc aparte fiind deținut de centrele urbane recent declarate.

Lungimea străzilor orășenești variază între 1821 km, în cazul municipiului București și 7 km în cazul orașului Scornicești. Ca și în cazurile precedente, orașele supuse unui risc mai mare sunt cele de mărime demografică mare cu peste 300 km lungime de stradă.

Sistemul de distribuție al apei potabile este cel mai dezvoltat în București, deci prezintă și un risc mai ridicat la inundații. Valorile cele mai scăzute caracterizează noile centre urbane, care sunt deficitare din punct de vedere al infrastructurii tehnico-edilitare. De exemplu, există o serie de orașe cu lungimea de sub 5 km, Cajvana, Miercurea Nirajului, Copșa Mică, Fundulea, Bechet, Răcari, Nucet, Budești, Turceni, Dragomirești, Bragadiru, Bălcești, Mihăilești, Potcoava, Titu, Tâlmăciu, în timp ce unele figurează ca fiind lipsite

de acest tip de utilitate (Miercurea Sibiului, Fierbinți-Târg, Salcea, Milișăuți, Dăbuleni).

Sistemul de canalizare, variază între 1811 km în București și 0,2 km în Comarnic. De aici rezultă că, orașele mari și capitala prezintă cel mai mic risc în timp ce orașele mici sunt supuse unui risc ridicat.

Rețeaua de distribuție a gazelor naturale poate prezenta o mare importanță în cazul producerii unor inundații. Pagubele vor fi ridicate în acele orașe în care lungimea rețelei este mare, de exemplu București (2446,6 km), Cluj-Napoca, Ploiești, Brașov, Arad, Timișoara, Iași (între 416,1 și 302,6 km). Cele mai puțin afectate din acest punct de vedere vor fi orașele în care sistemul de distribuție al gazelor naturale este inexistent (peste 100 centre urbane).

Sistemul românesc de sănătate din România este încă dependent de finanțele publice, ca sistem de management, cu inechități crescânde în privința acordării serviciilor de sănătate, și lipsit de capacitatea de a răspunde nevoilor locale. Un indicator important al evaluării nivelului sănătății în România este numărul mediu de angajați în acest domeniu. După anul 1993 se observă o scădere a numărului de angajați, datorită reformei sistemului de sănătate. Sistemul de sănătate este în general precar, excepție făcând orașele cu un număr de locuitori mai mare. Astfel, de exemplu, Bălan nu are spital, la dispensarul din localitate există cabinete de medicină generală, iar farmaciile sunt doar în număr de două.

În ceea ce privește numărul de spitale, numai 3 orașe au peste 10 spitale – București (52), Iași (15) și Cluj-Napoca (14). În general, în majoritatea orașelor este prezent doar un singur spital și chiar în peste 90 centre urbane se remarcă lipsa acestuia.

Ca și spitalele, policlinicile sunt prezente în număr redus, cele mai multe fiind întâlnite în București (39), Timișoara, Craiova, Târgu Mureș, Ploiești (peste 10), orașe cu intensitate a riscului mai scăzută. Majoritatea orașelor se caracterizează printr-un număr redus al policlinicilor.

Contrar, farmaciile au cunoscut o explozie în perioada de tranziție, București-ul fiind caracterizat prin 488 de unități, urmat de Iași, Constanța și Oradea între 100 și 125 de unități. Chiar și în micile orașe, farmaciile sunt în număr de 1-2 sau chiar mai multe. Această dinamică pozitivă a contribuit la scăderea riscului în cazul producerii de inundații.

Numărul de medici și personalul mediu sanitar poate asigura o intervenție rapidă în cazul declanșării unor dezastre, de aici rezultă că, cu cât numărul este mai ridicat cu atât mărimea riscului va fi mai mică. Astfel, numărul de medici variază între 8820 și 1 persoane, în București, respectiv în Berești și

Băbeni. În topul ierarhiei, cu peste 1000 medici găsim orașele Cluj-Napoca, Iași, Timișoara, Craiova, Oradea, Târgu Mureș, Constanța.

Personalul mediu sanitar variază pe un ecart cuprins între 19169 persoane în capitală și 2 persoane în Băbeni și Piatra-Olt. Peste 200 de orașe sunt caracterizate printr-un număr al personalului sanitar sub 100 de persoane iar din

### **Elaborarea sintezei privind criteriile de tipizare și stabilire a tipologiilor urbane privind vulnerabilitatea la inundații a orașelor din România**

Practic toate unitățile fizico-geografice ale României cuprind rețele de orașe, aflate într-un permanent proces de amplificare și diversificare. Există o distribuție echilibrată, corespunzătoare funcționalității zonelor geografice respective (munte, deal și podiș, câmpie) (Tabelul 1).

Tabel 1. Numărul, populația și densitatea orașelor pe unități fizico-geografice

Unitatea fizico-geografică	Nr. total de așezări	Nr. orașe	Populație totală	Populație urbană	Densitatea așezărilor urbane (așez. urb. /1000 kmp)	Densitatea populației (loc/kmp)
Carpații Occidentali	1 401	15	733 716	268 008	0,85	41,38
Carpații Orientali	862	41	2 008 612	1 147 001	1,23	60,24
Carpații Meridionali	519	17	525 988	303 206	1,11	34,31
Subc. Moldovei	635	5	1 098 783	760 808	1	219,32
Subc. Curburii	877	11	888 849	617 876	1,64	132,66
Subc. Getici	385	9	504 041	215 795	1,92	107,27
Depr. Transilvaniei	1 659	40	2 524 312	1 538 662	1,6	100,86
Podișul Moldovei	1 628	18	2 152 975	916 472	0,78	93,27
Podișul Dobrogei	306	15	947 330	610 044	1,45	91,72
Podișul Mehedinți	53	1	294 478	10 917	1,27	37,55
Podișul Getic	1 575	15	2 063 617	1 281 916	1,16	159,45
Dealurile de Vest	571	11	667 156	328 402	0,9	54,65
Câmpia Română	2 110	48	6 749 190	4 015 038	0,97	136,09
Câmpia de Vest	624	18	1 467 271	811 069	1,09	88,94
Delta Dunării	26	1	14 848	4 984	0,23	3,44

Se simte desigur, influența anumitor factori:

➤ altitudinea: circa 90% din orașele actuale sunt situate între 0 și 400 m; trebuie însă precizat că unele dintre acestea sunt, totuși, orașe din regiunea montană (aflate în depresiuni montane sau submontane ori în apropierea contactului cu regiunile învecinate);

- apele curgătoare: 250 dintre cele 265 orașe se află localizate pe ape curgătoare recunoscute în rețeaua hidrografică a țării (18 pe Dunăre, 12 pe Mureș, 10 pe Olt, 9 pe Crișuri și respectiv pe Jiu, 6 pe Someșuri și respectiv Prahova etc.);
- prezența unor drumuri comerciale, în trecut, sau a marilor căi de comunicație, feroviare și rutiere, în epoca modernă și contemporană (numai 34 de orașe din total au, în prezent, o localizare indirectă, respectiv la 5-30 km, rareori mai mult, față de magistralele feroviare și rutiere).

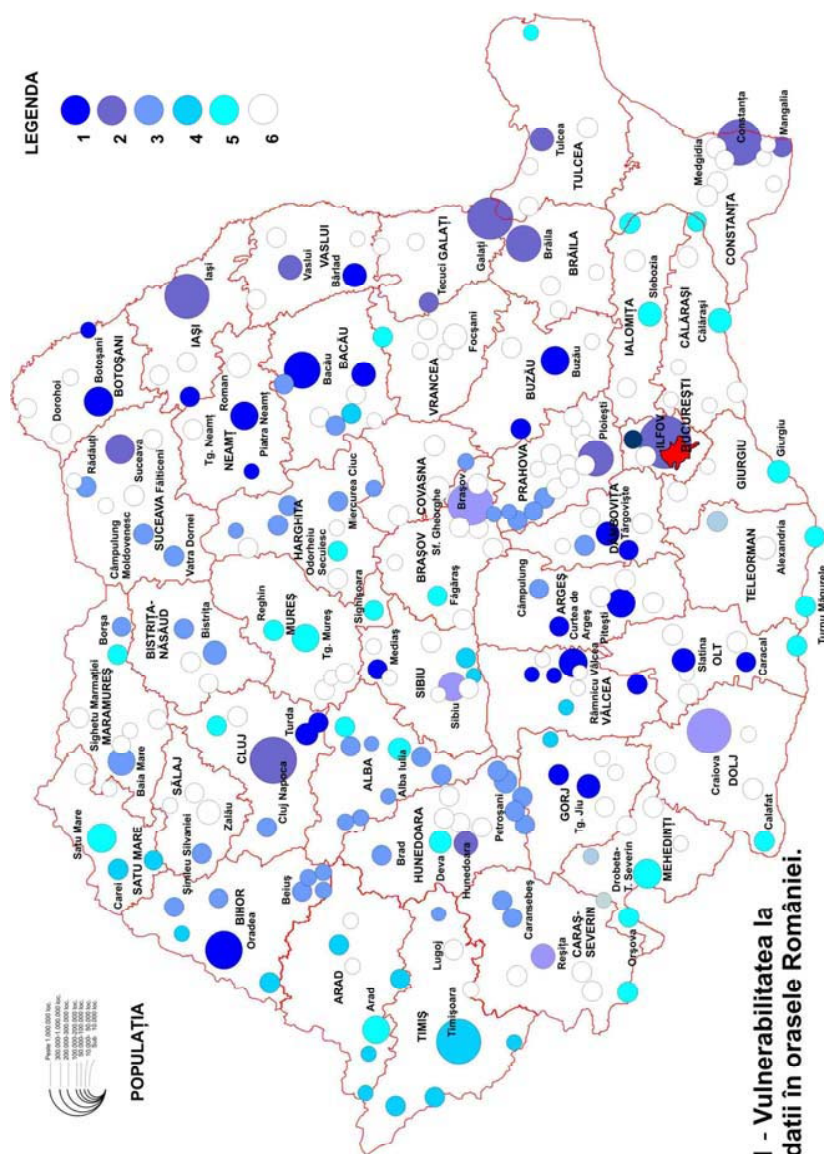


Fig. 1 - Vulnerabilitatea la inundatii în orasele României.

1. Vulnerabilitate la inundatii din cauza barajelor si a altor lucrari hidrotehnice. 2. Vulnerabilitate la inundatii din cauza sistemelor de canalizare necorespunzatoare. 3. Vulnerabilitate la inundatii din cauza aportului de ape de pe versanti. 4. Vulnerabilitate la inundatii din cauza drenajului insuficient. 5. Vulnerabilitate la inundatii din cauza revarsarilor arterelor hidrografice limitrofe la viituri mari. 6. Vulnerabilitate redusa la inundatii.

Caracteristicile geografice diferite ale teritoriului României exprimă vulnerabilități diferite în ceea ce privește inundațiile. Din punct de vedere al vulnerabilității, orașele României se pot grupa în următoarele categorii (Figura 1).

Inundațiile se pot produce din cauza acumulării unor cantități mari de ape care nu pot fi preluate de arterele hidrografice secundare, sau de administrarea defectuoasă a controlului debitelor din aceste amenajări. În această categorie se includ aproximativ 60 de orașe cu o populație totală de aproximativ 4,5 milioane de locuitori. Cele mai importante sunt București, Iași, Oradea, Bacău, Pitești, Buzău, Botoșani, Râmnicu Vâlcea, Suceava, Piatra Neamț, Târgu Jiu, Slatina, Bârlad, Turda, Mediaș, Onești, Pașcani, Caracal, Curtea de Argeș.

a. *Vulnerabilitate la inundații din cauza sistemelor de canalizare insuficiente*

Urbanizarea rapidă din perioada comunistă a dus la apariția unor orașe „artificiale” care nu au fost prevăzute cu toate elementele unei dotări edilitare adecvate. Unul dintre compromisuri este reprezentat de sistemele de canalizare, din cauza subdimensionării acestora sau, mai nou, din cauza neîntreținerii și dezvoltării acestora, astfel că, în cazul producerii unor ploi abundente, într-o perioadă scurtă de timp, apele din precipitații nu mai pot fi preluate de sistemele de canalizare, deversându-se, afectând căile de comunicații și locuințele (București, Constanța, Tulcea, Brăila, Vaslui, Iași, Suceava etc.)

b. *Vulnerabilitate la inundații din cauza aportului de ape de pe versanți*

În această categorie sunt incluse majoritatea orașelor situate în depresiunile intramontane și submontane. Producerea unor cantități mari de precipitații pe versanți conduce la transportul apelor în zonele joase depresionare. Despăduririle din ultimii ani ale versanților au amplificat vulnerabilitatea orașelor la inundații (Baia de Arieș, Teiuș, Făget, Drobeta Turnu-Severin, Pucioasa, Câmpina, Abrud, Aiud, Câmpeni, Cugir, Ocna Mureș, Sebeș, Zlatna, Câmpulung, Bacău, Onești, Buhuși, Dărmănești, Moinești, Târgu-Ocna, Aleșd, Beiuș, Marghita etc.).

c. *Vulnerabilitate la inundații din cauza drenării insuficiente*

Este caracteristică orașelor din câmpie, îndeosebi din Câmpia de Vest, unde altitudinile reduse, relieful neted, și caracteristicile litologice nu conduc la drenajul gravitațional al apelor din precipitații (Pecica, Nădlac, Săcueni, Carei, Tășnad, Jimbolia, Timișoara, Ineu, Lipova, Sânnicolau Mare etc.).

d. *Vulnerabilitate la inundații din cauza revărsărilor arterelor hidrografice limitrofe la viituri mari*



Caracterizează peste 1/3 din orașele României. Vulnerabilitatea la inundații a acestor orașe crește primăvara, pe fondul aportului de apă adus din topirea zăpezilor care se adaugă precipitațiilor abundente, dar și toamna din cauza cantităților mari de precipitații căzute (Slobozia, Odorheiu Secuiesc, Săliștea de Sus, Murgeni, Horezu, Novaci, Bumbesti-Jiu, Avrig, Tălmăciu, Făgăraș etc.)

### **Concluzii**

*Soluții de îmbunătățire a gestiunii apei în zonele urbane:*

- Reducerea vulnerabilității în alimentarea cu apă prin găsirea unor resurse alternative de alimentare în situații de poluare accidentală,
- Redimensionarea rezervoarelor de stocare a apei,
- Identificarea sectoarelor critice din punct de vedere al impactului rețelei de canalizare,
- Monitorizare la evacuarea în rețeaua de canalizare a folosințelor cu potențial poluant,
- Identificarea zonelor cu risc la inundații prin depășirea capacității de transport a rețelei de canalizare.

*Categorii de măsuri pentru gestionarea riscului la inundații:*

*a. Măsuri structurale:*

- Rezervoare de înmagazinare a apei,
- Indiguiți în zonele urbane,
- Stații de epurare,
- Rezervoare de înmagazinare pentru compensarea debitelor necesare folosințelor,
- Reabilitarea acviferelor poluate.

*b. Măsuri nestructurale:*

- Sisteme operative de management.

### **Bibliografie**

- Bastié, J., Dézert, B. (1980), *L'espace urbain*, Masson, Paris, New York, Barcelona, Milano.
- Bălțeanu, D., Cioacă, A., Dinu Mihaela, Sandu Maria (1996), *Some case of geomorphological risk in the Curvature Carpathians and Subcarpathians*, RRGGG-Geogr., Edit. Academiei, București.

- Cova, T.J., Church, R.L. (1997), *Modeling Community Evacuation Vulnerability Using GIS*, International Journal of Geographical Information Science, 11, pp. 763-784.
- Cutter, L., Susan (1996), *Vulnerability to Environmental Hazards*, Progress in Human Geography 20, pp. 529-539.
- Cutter, L., Susan, Mitchell, T., Jerry, Scott, S. Michael, 2000, *Revealing the Vulnerability of People and Places: A Case Study of Geogrgetown County, South Carolina*, Annals of Association of American Geographers, 90, 4, pp. 713-737.
- Erdeli, G., Căndea, Melinda (1981), *Considerații geografice asupra spațiului urban în România*, în Studii și Cercetări de Geologie, Geofizică și Geografie, Geografie, XXVIII, pp. 49-55.
- Fothergill, A. (1996), *Gender, Risk, and Disaster*, International Journal of Mass Emergencies and Disasters, 14 (1), pp. 33-56.
- Guran-Nica, Liliana, Roznoviețchi, Irena (2002), *Rolul vulnerabilității sociale în determinarea „vulnerabilității locului”. Studiu de caz: Carpații și Subcarpații din județul Buzău*, Revista Geografică, VIII, 2001, pp. 144-152.
- Hewitt, K., ed. (1997), *Regions of Risk: A Geographical Introduction to Disasters*, Essex, Longman.
- Ianoș, I. (1987), *Orașele și organizarea spațiului geografic*, Ed. Academiei, București.
- Ianoș, I. (1993), *Riscul geocologic urban*, în Mediul Inconjurător, IV, 4, pp. 67-71.
- Johnson, J., Zeigler, D. (1986), *Evacuation Planning for Technological Hazard: An Emerging Imperative*, Cities, 3, pp. 148-156.
- Liverman, D. (1990), *Vulnerability to Global Environmental Change*, în *Understanding Global Environmental Change*, ed. R. Kasperson, et al., Worcester, MA: Clark University.
- McMaster, R. (1988), *Modeling Community Vulnerability to Hazardous Materials Using Geographic Information Systems*, Proceedings, 3<sup>rd</sup> International Symposium on Spatial Data Handling, Columbus, Ohio State University, pp. 143-156.
- Rey, Violette, Ianoș, I., Groza, O. (2000), *Atlas de la Roumanie*, Ed. Reclus, Montpellier
- Săgeată, R. (2006), *Deciziile politico-administrative și organizarea teritoriului. Studiu geografic cu aplicare la România*, Edit. Universității Naționale de Apărare „Carol I”, Edit. Top Form, București.
- Vlăsceanu, G., Ianoș, I. (1998), *Orașele României. Mică enciclopedie*, Casa Editorială Odeon, București.
- \* \* \* (2005), *România. Spațiu. Societate. Mediu*, Ed. Academiei Române, București.