

## **SISTEM INFORMAȚIONAL GEOGRAFIC INTEGRAT, ÎN MONITORIZAREA CALITĂȚII APELOR DE SUPRAFAȚĂ**

S.I.dr.ing. Gabriela Biali\*, Prof.dr.ing. Nicolae Popovici\*, Drd. ing. Camelia Pascariu\*

### ***Résumé***

*Dans cette Note, on présente la méthodologie courante utilisable en Roumanie pour la détermination de la qualité d'eaux de surface afférente d'un réseau hydrographique et on apporte des argumentations pour l'implémentation des Systèmes d'Informations Géographique intègre (SIG / GIS), dans ce but. On fait aussi des références vis- a-vis des couchers informationnels nécessaire pour réalise ce system ou niveau du bassin hydrographique et sur le son rôle dans les décisions a l'instant et de la perspective prendre d'une entreprise de gestion d'eaux.*

### **1. Oportunitatea implementării unui Sistem Informațional Geografic integrat**

Urmărind gospodărirea durabilă a apelor, Directiva Cadru 2000/60/EC a Uniunii Europene în domeniul apei prevede o nouă strategie de monitorizare a apelor având la bază un nou concept de monitoring integrat al apelor ce presupune o triplă integrare: a ariilor de investigare, a mediilor de investigare și a elementelor ce trebuie monitorizate.

Noul concept de monitoring integrat al apelor se sprijină pe principiile abordării ecosistemice și biologice. În cadrul abordării ecosistemice se realizează atât caracterizarea și evaluarea factorilor biotici (componente biologice) cât și a factorilor abiotici (componente fizico-chimice și hidromorfologice).

Este de remarcat faptul că actualmente în țara noastră, controlul și supravegherea calității apelor din râuri, plecând de la un număr limitat de secțiuni și respectiv probe/eșantioane, nu poate caracteriza decât cu aproximație calitatea apelor întregii rețele hidrografice. În acest context capătă o importanță deosebită alegerea / stabilirea secțiunilor de prelevare a eșantioanelor/probelor de apă.

Utilizarea materialelor / documentelor cartografice (planuri, hărți) constituie practica curentă pentru marcarea locurilor / secțiunilor de prelevare a probelor de apă în rețeaua hidrografică, în funcție de datele menționate pe acestea: folosințele terenului, amplasamentul localităților etc. Este evident faptul că aceste documente cartografice convenționale nu sunt flexibile și nici adaptate necesităților specifice laboratoarelor de analiză a apelor. Aceste necesități se referă la stabilirea secțiunilor de prelevare pe baza integrării mai multor straturi informaționale, a abstractizării și generalizării lor.

---

\* Universitatea Tehnică „Gh. Asachi” Iași

Hărțile clasice sunt utilizate independent una față de alta, neputându-se integra informațiile ce se găsesc pe două documente cartografice diferite, de exemplu rețeaua hidrografică și harta geologică. Informația cartografică folosită în procesul de stabilire a secțiunilor de prelevare a probelor, alături de cele deja existente, este greu exploatabilă datorită lipsei unei încadrări în standarde, a diversității suporturilor pe care se află, a dispersării spațiale și a dificultăților de actualizare.

După exemplul unor țări avansate tehnologic, se propune conceperea și implementarea unui sistem informațional geografic (G.I.S.) integrat, destinat laboratoarelor /organelor de gospodărire a apelor la nivel de bazin hidrografic. Acest sistem are ca scop principal furnizarea tuturor informațiilor necesare stabilirii calității apelor și a secțiunilor de prelevare a probelor de apă și/sau amplasarea posturilor de măsură cu funcționare permanentă în rețeaua hidrografică.

Urmează să se elaboreze arhitectura sistemului ce va prezenta toate informațiile care se găsesc în bazele de date ale sistemului. Aceste date / informații vor fi organizate de o manieră operatorie sub formă de straturi. Datele utilizate se vor putea modela prin acest sistem, în vederea evidențierii acelor entități care urmează să fie luate în considerare, a atributelor lor și a relațiilor dintre ele. Cu ajutorul unor software adecvate, de prelucrare și restituție automată a unor date cartografice, se vor putea modifica/actualiza foarte rapid o serie de documente și extrage facil o multitudine de informații tematice.

Modalitățile folosite de utilizator pentru stabilirea în final a punctelor de prelevare de pe un râu nu se interferează în sistem. În același timp, este posibil ca toate datele necesare pentru stabilirea secțiunilor de prelevare să fie integrate ulterior în sistem. De remarcat că utilizatorii vor avea posibilitatea de a schimba, modifica și completa în orice moment date din sistem.

Pentru facilitarea stabilirii diferitelor secțiuni de prelevare a probelor de apă din rețeaua hidrografică, sistemul propus poate furniza utilizatorilor diferite straturi informaționale combinate sau izolate funcție de obiectivele și scopul prelevărilor. Aceste straturi pot fi:

- limitele administrative ale diferitelor organe de gospodărire a apelor, cu indicarea suprafeței / ariei de competență;
- limitele administrative ale localităților din bazinul hidrografic luat în studiu, precizând tronsoanele din rețeaua hidrografică aferente acestor unități teritoriale;
- rețeaua hidrografică de pe teritoriul aflat în administrarea diferitelor organe de gospodărire a unui bazin ;
- localizarea surselor potențiale de poluare (industrii, stații de epurare, localități etc.);
- folosințele terenului (agricole, silvice, construcții diverse etc.)
- rețeaua rutieră și feroviară;
- punctele de evacuare a apelor uzate;
- punctele de prelevare a apei pentru diverse scopuri;
- zonele ecologice, siturile protejate, rezervațiile naturale ;
- zonele de pescuit;
- construcțiile hidrotehnice, modificările malurilor, rectificările de albie;
- linia nivelurilor și respectiv a pantelor ;
- posturile de măsurare a debitelor.

Caracteristicile biologice (macrozoobentos, fitoplancton, zooplancton, macrofite, microfotobentos, ihtiofauna), microbiologice (coliformi totali, coliformi fecali, spretococi fecali) și fizico-chimice: generale (transparența, temperatura, pH, nutrienți, oxigen dizolvat, substanță organică, grad de mineralizare, fenoli, produse petroliere), specifice (cianură, detergenți, metale grele etc.) și substanțe prioritare / periculoase.

## 2. Perspective

Într-o etapă ulterioară, vor putea fi studiate alte două funcții ale sistemului, vizând „deciziile” și „intervenițiile operative”:

- a) Interpretarea integrată a analizelor fizico-chimice și biologice efectuate pentru stabilirea calității apelor de suprafață dintr-un bazin hidrografic. Această interpretare are în vedere stabilirea tuturor relațiilor dintre:
  - rezultatele analizelor fizico-chimice și biologice;
  - amplasamentele/locațiile secțiunilor de prelevări;
  - sursele de poluare punctiforme și difuze din amonte de o secțiune de prelevare;
  - caracteristicile hidraulice ale rețelei hidrografice;
  - caracteristicile topografice și hidrologice ale bazinului hidrografic.
- b) Gestionarea poluărilor catastrofale, cu ajutorul informațiilor care vor fi furnizate prin intermediul sistemului în caz de accidente de poluare a unui râu.

Aceste informații se referă la :

- accesibilitatea la locațiile riverane adecvate pentru intervenții;
- localizarea utilizatorilor din aval de accident;
- importanța diferitelor folosințe de apă din aval de locul accidentului (prelevări de apă pentru irigații, apă potabilă, zone/rezervații ecologice, zone de pescuit etc.);
- caracteristicile hidraulico-hidrologice ale râului (debite, viteze, adâncimi).

Toate aceste informații pot fi folosite pentru localizarea, tipul și momentul intervenției necesare diminuării pagubelor pe care poluarea le produce.

## 3. Metoda de cercetare abordată

Cercetările la tema enunțată, presupun conceperea arhitecturii generale a unui sistem de tip G.I.S. pentru monitorizarea calității apelor de suprafață și implementarea lui concretă într-un bazin hidrografic de ordin II. Pentru aceasta se parcurg următoarele faze:

- ✓ consultarea unor surse documentare specifice, aflate în posesia unor organisme specializate: de gospodărire a apelor; cadastru și geodezie; pedologie și agro-chimie; administrație locală etc.;
- ✓ elaborarea arhitecturii sistemului informațional de tip G.I.S.;
- ✓ investigații în teren;
- ✓ analize de laborator;
- ✓ constituirea bazelor de date (de tip grafic și respectiv descriptiv); modelarea (prin tehnica „overlay”); analiza și interpretarea rezultatelor.

Deoarece indicatorii de calitate a apei sunt de natura unor date cantitative, studierea și prelucrarea lor se bazează în principal pe metode statistice, diferențiat în

funcție de categoria indicatorilor considerați. Caracterizarea calității apelor diferențiat, în funcție de categoria indicatorilor considerați, are caracterul unei sinteze periodice și se face prin intermediul unor valori globale de apreciere a calității într-o anumită perioadă de timp.

Dintre cele mai frecvente prelucrări pentru obținerea valorilor sintetice de caracterizare a calității apelor, se menționează: calculul unor valori tipice statistice, ca media aritmetică sau media ponderată (cu debitul); realizarea unui model statistic bazat pe corelația dintre un indicator de calitate (oarecare) și debit, adică determinarea elementelor curbei care ajustează punctele experimentale corespunzătoare corelației respective. După efectuarea analizelor pentru obținerea indicatorilor de calitate, următoarele faze constau din înregistrarea, stocarea și valorificarea datelor.

Înregistrarea datelor privind calitatea apelor se face, ulterior desfășurării campaniilor de recoltare și analiză a probelor de apă, în cazul aplicării metodelor clasice de lucru, și concomitent cu analiza apei, în cazul stațiilor de control automat al calității. Modul de înregistrare prezintă interes pentru realizarea și exploatarea băncii de date, precum și pentru circulația documentelor în cadrul unui sistem informațional. În consecință, datele obținute în cadrul activității de cunoaștere a calității apelor se înregistrează pe formulare astfel concepute, încât să permită transpunerea operativă pe un suport al sistemului de prelucrare automată a datelor (dischetă, CD etc.).

Valorificarea datelor de calitate a apelor reprezintă acțiunea de utilizare a lor la rezolvarea unor situații (probleme) specifice calității apelor.

Este de remarcat faptul că actualmente în țara noastră, controlul și supravegherea calității apelor din râuri, plecând de la un număr limitat de secțiuni și respectiv probe / eșantioane, nu poate caracteriza decât cu aproximație calitatea apelor întregii rețele hidrografice. În acest context capătă o importanță deosebită alegerea / stabilirea secțiunilor de prelevare a eșantioanelor / probelor de apă.

Legislația multor țări, axată pe protecția apelor, nu indică și o metodologie concretă de stabilire a acestor secțiuni, care depinde de obiectivul și scopul analizelor efectuate asupra bazei de probe de apă. Din contră, în legislație, se menționează direct sau indirect un număr mare de factori ce ar trebui luați în considerare pentru stabilirea cât mai corectă a locurilor de prelevare.

Pentru facilitarea stabilirii diferitelor secțiuni de prelevare a probelor de apă din rețeaua hidrografică, sistemul propus poate furniza utilizatorilor diferite **straturi informaționale** combinate sau izolate funcție de obiectivele și scopul prelevărilor (fig.1). Aceste straturi sunt:

- limitele administrative ale diferitelor organe de gospodărire a apelor, cu indicarea suprafeței / ariei de competență;
- limitele administrative ale localităților din bazinul hidrografic luat în studiu, precizând tronsoanele din rețeaua hidrografică aferente acestor unități teritoriale;
- rețeaua hidrografică de pe teritoriul aflat în administrarea diferitelor organe de gospodărire a unui bazin;
- localizarea surselor potențiale de poluare (industrii, stații de epurare, localități etc.);
- folosințele terenului (agricole, silvice, construcții diverse etc.)
- rețeaua rutieră și feroviară;
- punctele de evacuare a apelor uzate;
- punctele de prelevare a apei pentru diverse scopuri;

- zonele ecologice, siturile protejate, rezervațiile naturale ;
- zonele de pescuit;
- construcțiile hidrotehnice, modificările malurilor, rectificările de albie;
- linia nivelurilor și respectiv a pantelor ;
- posturile de măsurare a debitelor.

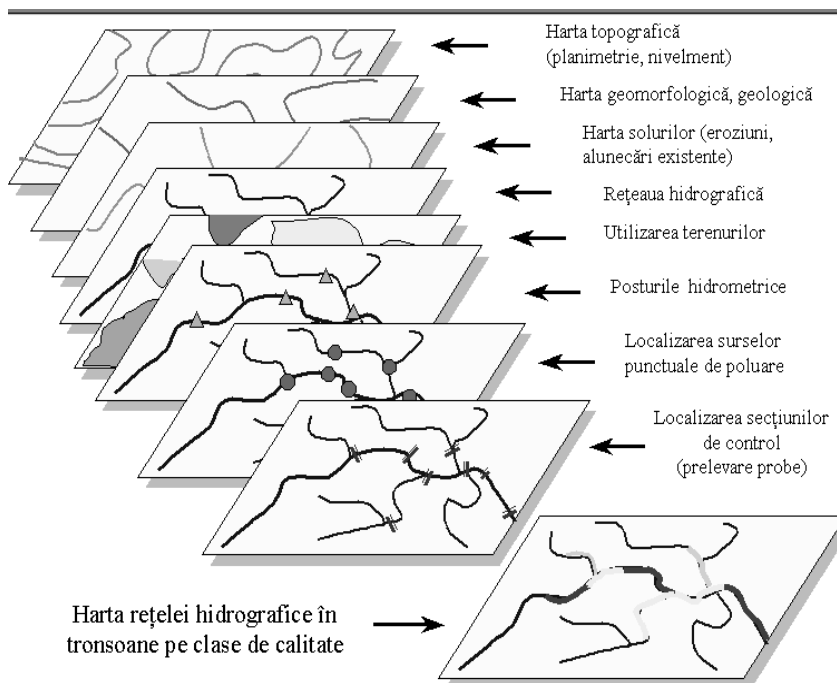


Fig.1 – Stratificarea unor date georeferențiate într-un proiect GIS pentru obținerea tronsoanelor de calitate pe cursurile de apă

S-a elaborat arhitectura sistemului informațional ce va prezenta toate informațiile care se găsesc în bazele de date ale sistemului. Aceste date / informații sunt organizate de o manieră operatorie sub formă de straturi. Datele utilizate se vor putea modela prin acest sistem, în vederea evidențierii acelor entități care urmează să fie luate în considerare, a atributelor lor și a relațiilor dintre ele. Cu ajutorul unor soft-uri adecvate, de prelucrare și restituție automată a unor date cartografice, se vor putea modifica / actualiza foarte rapid o serie de documente și extrage facil o multitudine de informații tematice.

Modalitățile folosite de utilizator pentru stabilirea în final a punctelor de prelevare de pe un râu nu se interferează în sistem. În același timp, este posibil ca toate datele necesare pentru stabilirea secțiunilor de prelevare să fie integrate ulterior în sistem. De remarcat că utilizatorii vor avea posibilitatea de a schimba, modifica și completa în orice moment date din sistem.

#### 4. Studiul de caz

Calitatea apelor de suprafață, în țara noastră, este determinată cu ajutorul valorilor limită a indicatorilor fizico – chimici.

Pentru monitorizarea apelor curgătoare de suprafață, într-o primă etapă s-a ales bazinul hidrografic al râului Suceava. Bazinul Hidrografic, este de ordin II (din punct de vedere al cadastrului apelor), are o suprafață de 2280 km<sup>2</sup>, este asimetric, cei mai mari și mai mulți afluenți fiind pe partea dreaptă.

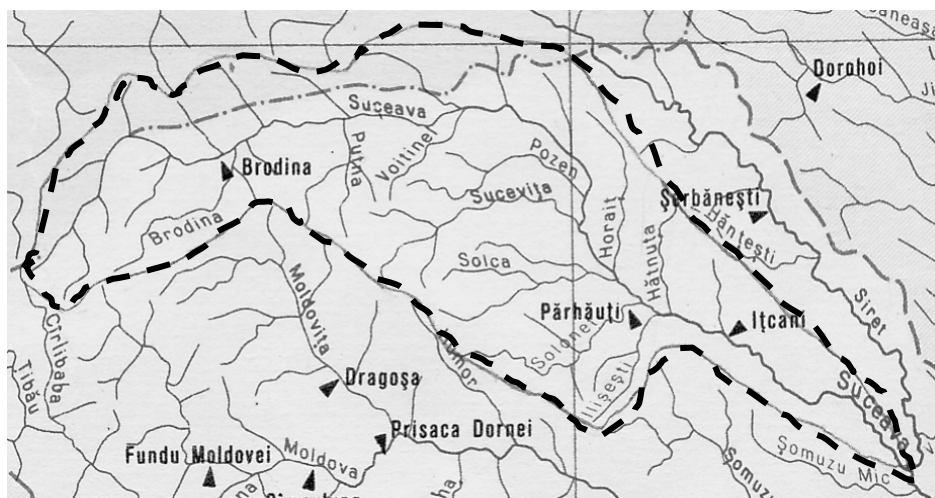


Fig. 2. Localizarea hidrografică a bazinului hidrografic Suceava

În acest bazin hidrografic monitorizarea se realizează în flux rapid (zilnic) și lent (lunar, trimestrial), în 13 stații de control, după cum urmează:

- 3 stații în flux rapid (zilnic);
- 5 stații în flux lent, din care:
  - 3 de ordinul I;
  - 2 de ordinul II.

Prin monitorizarea calităților apelor în flux rapid se culeg informații zilnice, cu un număr redus de indicatori de calitate (specifici secțiunii de control), care servesc activității operative de supraveghere și dispecerat în domeniul gospodăririi apelor.

Stațiile de control în flux rapid, din bazinul hidrografic Suceava, monitorizate de către Direcția Apelor Siret – Bacău sunt prezentate în tabelul 1.

În cadrul monitoringului calității apelor în flux lent, informațiile se obțin cu frecvență lunară. Aceste informații servesc la aprecierea stadiului global al calității apelor și a tendințelor de evoluție. Distribuția stațiilor în flux lent, precum și indicatorii de calitate s-au stabilit astfel încât să cuprindă aspecte cu impact deosebit din cadrul bazinului hidrografic Suceava. În tabelele 2 și 3 sunt prezentate stațiile de control în flux lent de ordinele I și II.

Tabelul 1.

Secțiuni analizate în flux zilnic, de către D. A. Siret,  
 în bazinul hidrografic Suceava

Nr. Crt.	Curs de apă	Secțiunea	Număr indicatori	Rol
1	Suceava	Mihoveni	7	<i>Secțiune amonte derivație de apă în scop potabil către ac. Dragomirna. Analizează calitatea apelor care urmează să fie derivate în ac. Dragomirna și în continuare livrate în scop potabil pentru mun. Suceava.</i>
2	Suceava	Tișăuți	8	<i>Secțiune aval evacuare ape uzate provenite din mun. Suceava. Analizează calitatea apelor râului Suceava după stația de epurare a mun. Suceava.</i>
3	Dragomirna	Dragomirna	7	<i>Secțiune amonte ac. Dragomirna. Analizează calitatea apelor din ac. Dragomirna, de unde se alimentează cu apă în scop potabil mun. Suceava.</i>

Tabelul 2.

Secțiuni de ordin I analizate în flux lent, de către D. A. Siret, în b.h. Suceava

Nr. Crt.	Curs de apă	Secțiunea	Număr indicatori analizați
1	Suceava	Brodina	17
2	Suceava	Ițcani	17
3	Suceava	Liteni	23

Tabelul 3.

Secțiuni de ordin II analizate în flux lent, de către D. A. Siret, în b.h. Suceava

Nr. Crt.	Curs de apă	Secțiunea	Nr. indicatori/probă
1	Pozen	Satu – Mare	15
2	Suceava	Milișăuți	14

Serviciul oficial care răspunde de prelevările de probe și realizarea analizelor fizico – chimice în bazinul hidrografic Suceava este Sectorul de Gospodărire al Apelor Suceava (S.G.A.) prin laboratorul de serviciu al apelor și pentru protecția mediului. Laboratoarele de analize fizico – chimice, biologice și bacteriologice efectuează analize pentru determinarea calității apelor, în conformitate cu „Programul de activitate al laboratoarelor de analize fizico – chimice, biologice și bacteriologice”, întocmit anual de

către serviciul „Monitoring, gestiune, protecția calității apelor și gospodărirea apelor”, în colaborare cu laboratoarele teritoriale de gospodărire a apelor.

### 5. Concluzii

1. Prin utilizarea unui astfel de sistem informațional geografic specific, se vor putea inclusiv raționaliza și optimiza amplasarea secțiunilor de prelevare din rețeaua hidrografică.

2. Sistemul Informațional Geografic de gestiune a datelor localizate spațial, oferă serviciilor de gospodărire a apelor pe bazine hidrografice, nu numai posibilitatea de a stabili cât mai precis secțiunile de prelevare, cât și îmbunătățirea bazei de monitoring complex al apelor din rețeaua hidrografică, prognoza evoluției calității apelor etc.

3. Baza de date astfel formată, va permite vizualizarea acelor tronsoane ce necesită o atenție sporită, pentru reabilitarea acestora, și atingerea obiectivelor propuse de Directiva Cadru a Apei 2000/60/EC.

4. În contextul celor prezentate în paragrafele anterioare, considerăm că aplicarea tehnicii Sistemelor Informaționale Geografice în scopul enunțat, permite realizarea inclusiv a unui *monitoring ecologic integrat*, prin care organele abilitate pot supraveghea permanent resursele de apă dintr-un bazin hidrografic, în general a factorilor de mediu și a impactului antropic, bazat pe parametrii și indici de acoperire spațială și temporală, care asigură în „timp real”, cadrul informațional necesar strategiei și tacticii de prevenire a consecințelor negative a acestora asupra calității apelor, de elaborare a prognozelor și exercitarea *controlului operativ* asupra măsurilor de redresare a situației ecologice.

### 6. Bibliografie

1. *Cazanțeva O.I., Conovalova V.N.* (1998) – Crearea bazei de date „Poluarea apelor” pentru cartografierea automatizată. Rezumatele comunicărilor celei de-a treia Conferințe Internaționale Științifico-Practice „Apele Moldovei”, Chișinău.
2. *Gabor O., Tecuci I.* (2005) – Calitatea apelor – problemă esențială a secolului XXI. Rv. Hidrotehnica vol. 50, nr. 2-3.
3. *Furst J.*, (1998) – Anwendung von Geographischen Information Systemen in Hydrologic und Wassrwirtschaft . Univ. Wien GmbH.
4. *Jula G., Serban P.* (2002) – Monitorizarea și caracterizarea calității apelor de suprafață în conformitate cu prevederile Directivei Cadru 200/60/EC în domeniul apelor. Rv. Hidrotehnica, vol. 46, nr.9.
5. *Meyjerink A. M. J. și colab.* (1994) – Introduction to the use of geographic Information Systems for practical hydrology. International Institute for Aerospace Sciences (I.T.C.) Neterlandes Publication UNESCO, no. 23.
6. *Morariu N., Popovici N., Ungureanu R., Sainiuc I., Teodorescu T., Zamfirescu C.*, (1998) – Sistem Informațional Geografic (SIG) pentru monitorizarea zonelor expuse inundațiilor. Produse software pentru reprezentarea digitală și monitorizare, Rv. Hidrotehnica, nr. 10, București.
7. *Popovici N., Biali G.*, (2000) – Sisteme geoinformaționale. Principii generale și aplicații, Ed. Gh. Asachi, Iași.
8. *Șerban P.*, (1997) – Monitoringul integrat al apelor. Rv. Hidrotehnica, nr. 10 – 12, București.



LUCRĂRILE SIMPOZIONULUI "SISTEME INFORMAȚIONALE GEOGRAFICE", NR. 12.  
Anal. Șt. Univ. „Al.I.Cuza” Iași, Tom LII, s.IIc. Geografie, 2006

9. Teodorescu I., Filotti A., Chiriac V., Ceașescu V., Florescu A., (1973) –  
Gospodărirea apelor, Ed. Ceres, București.