

STUDIUL FIABILITĂȚII SISTEMELOR DE ALIMENTARE CU APĂ ȘI CANALIZARE

Dobre, A.S., Prof.dr.ing., Universitatea Tehnica de Constructii Bucuresti,
tel/fax +40-21-242-35-95, (E-mail: danca@utcb.ro)

Drinking Water and Sewage System Operating Reliability, Dobre, A. S., Technical
University of Civil Engineering Bucharest,
tel/fax: +40-21-242-35-95,
(E-mail: danca@mail.utcb.ro)

Rezumat: Sistemele centralizate de alimentare cu apă potabilă și canalizare-epurare (SCAC) sunt supuse unor condiții complexe și aleatorii de funcționare. Având în vedere sarcina acestor sisteme, aceea de a asigura 24 de ore din 24, zi de zi, cantitatea și calitatea de apă necesară fiecărui utilizator de apă și evacuarea acestora după utilizare și epurarea corespunzătoare, este necesar ca atât în faza de proiectare, cât și în fazele de operare și întreținere, să se asigure elementele și măsurile care să permită funcționarea corectă a sistemului, fără disfuncționalități și în orice situație deosebită.

Lucrarea abordează din acest punct de vedere perturbațiile sau situațiile deosebite la care pot fi supuse diferitele părți componente ale SCAC. Analiza este făcută atât din punct de vedere al sursei de apă (cantitativ și calitativ) cât și al prizei, stațiilor de pompare, stației de tratare, sistemului de transport și distribuție a apei și în mod analog, al elementelor corespunzătoare subsistemului de canalizare-epurare.

Măsurile și acțiunile propuse se referă atât la investițiile necesare, la dotările suplimentare ce sunt necesar a fi prevăzute pe ansamblul SCAC, cât și la obiectivele sistemului, la instruirea personalului operator pentru managementul situațiilor deosebite, la educarea și informarea populației, pentru a cunoaște modul de acționare în astfel de cazuri.

1. Evaluarea fiabilității

Fiabilitatea unui proces, sistem, instalație sau echipament este o componentă a funcției de calitate care se realizează și se urmărește pe întreaga durată de viață a sistemelor de alimentare cu apă sau de epurare. Fiabilitatea trebuie estimată pe parcursul diferitelor faze ale concepției, proiectării, realizării și exploatarei.

Evaluarea și prognoza fiabilității sistemelor centralizate de alimentare cu apă (SCAA) și a sistemelor de canalizare-epurare (SCE) și a stațiilor de tratare și de epurare este deosebit de complexă și este influențată de diverși factori, dintre care menționăm: cantitatea, calitatea, costurile, politica de gospodărire a apelor, factorul uman, tehnologia și mediul ambiant. Complexitatea este accentuată de faptul că majoritatea factorilor amintiți sunt într-o evoluție continuă, iar dinamica și direcția acestei evoluții sunt diferite de la un factor la altul. De asemenea, la dificultatea evaluării fiabilității unui sistem de alimentare cu apă contribuie și faptul că controlul factorilor amintiți este realizat de diferite structuri administrative competente.

Fiabilitatea proceselor de alimentare cu apă și de canalizare-epurare este o caracteristică a succesiunii de procese unitare exprimată prin probabilitatea ca acestea să îndeplinească funcțiunile programate, cu performanțele impuse și fără erori, într-un anumit interval de timp și în condițiile de exploatare date.

Scopul evaluării fiabilității se concretizează astfel: (a) stabilirea fiabilității necesare sistemelor hidroedilitare în condițiile funcționării continue; (b) compararea diferitelor tehnologii posibile pentru procesele unitare; (c) determinarea/verificarea fiabilității unui sistem complex aflat în faza de dezvoltare, retehnologizare sau exploatare; (d) extrapolarea indicatorilor de fiabilitate, calculați pe baza datelor culese de-a lungul unei perioade de exploatare, pentru durata de viață rămasă; (e) stabilirea siguranței în funcționare și a securității unei stații de tratare/epurare, instalații sau echipament din dotarea stației.

Acești indicatori sunt necesari a fi evaluați în contextul unei variații semnificative a temperaturilor exterioare (de la +30 °C la -30°C), al unor condiții hidrologice variabile ale surselor de apă sau ale receptorilor (debite variabile), al unei dinamici accentuate a calității apei brute sau uzate ce intră în sistemele respective.

În prezența mai multor variabile de proiectare și criterii de funcționalitate, problema asigurării fiabilității devine deosebit de complexă din cauza multitudinii de variante care pot duce la soluții mai mult sau mai puțin fiabile. Pentru simplificarea rezolvării problemei se micșorează numărul de variabile de proiectare, determinând, pe baza experienței acumulate în proiectarea și exploatarea stațiilor și instalațiilor similare, corelații statistice între aceste variabile.

În aceste condiții pentru analiza propusă se pot aplica conceptele, criteriile și procedurile promovate prin Sistemul de management al calității.

Analiza sistemică a sistemelor hidroedilitare permite optimizarea tehnico-economică și atingerea performanțelor de calitate pentru fiecare subsistem în parte și sistemul în ansamblu.

Astfel, aplicarea analizei pe bază de proces, în cadrul funcționării unor obiecte ale unui SCAA pot fi privite în interconexiunea lor. În figura 1 sunt indicați factorii principali care influențează legăturile din cadrul unui SCAA precum și funcționarea în ansamblu și pe obiective, de la captare și până la consumator.

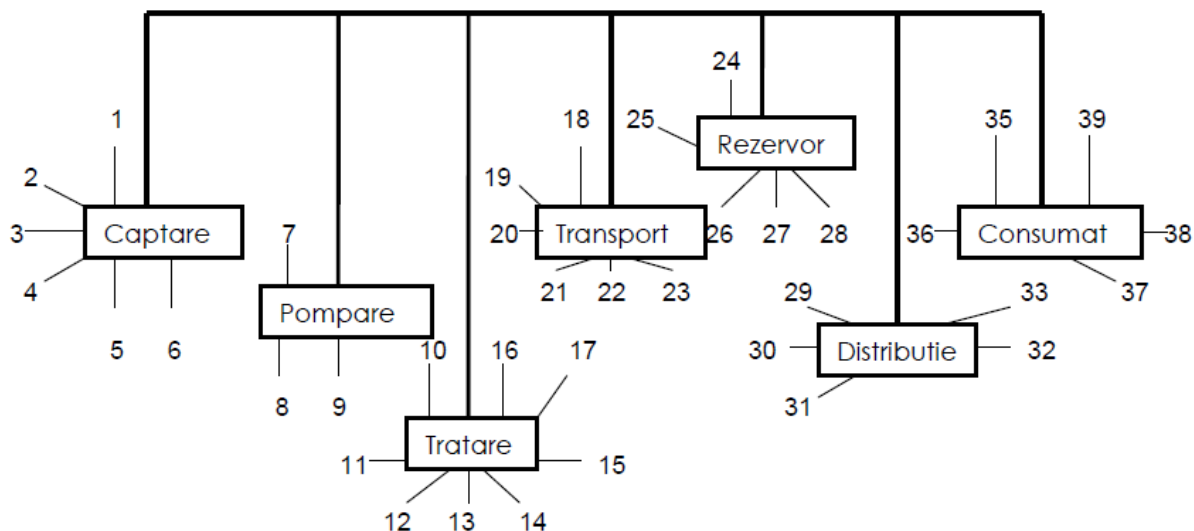


Fig.1 Schema funcțională a unui SCAA din punct de vedere al analizei fiabilității

Captare: 1 - poluarea sursei; 2 - deficiențe structurale ale prizei; 3 – îngheț; 4 - epuizarea sursei (foraj); 5 - inundații; 6 - reducere nivel aquifer sau secare (râu);

Pompare: 7 - lipsă energie; 8 - rupturi rețea, 9 - armături și pompe defecte;

Tratare: 10 - poluarea sursei; 11 - îngheț; 12 - blocare site - grătare; 13 - lipsă reactivi; 14 - avarie la stație; 15 - erori operatori; 16 - depășirea capacității tehnologice;

Transport: 17 - îngheț; 18 - protecție necorespunzătoare contra suprapresiunii; 19 - defecte de racorduri și îmbinări; 20 - consolidare necorespunzătoare; 21 - exfiltrații; 22 - infiltrații; 23 - alunecări;

Rezervor: 24 - defecte AMC; 25 - restricții de capacitate; 26 - pierderi de apă; 27 - impurificări; 28 - avarii structurale;

Distribuție: 29 - depășirea capacității de transport; 30 - spărturi; 31 - defecțiuni branșamente; 32 - poluare; 33 - îngheț; 34 - avarii la beneficiar;

Consumator: 35 - blocarea aparatelor de măsură; 36 - armături dereglate sau defecte; 37 - blocarea conductelor datorită depunerilor; 38 - spărturi datorită coroziunii; 39 - neglijență.

În mod similar pot fi abordate probleme specifice unui sistem de canalizare/epurare.

2. Caracteristicile sistemelor SCAA și SCE

Din cele mai sus prezentate rezultă următoarele caracteristici ale SCAA și SCE, ca sisteme complexe:

- **Integritatea** sistemului presupune menținerea acestuia în forma și structura inițial concepută. Orice schimbare a unui element din sistem modifică întreaga structură a sistemului la un nivel cu atât mai profund cu cât relațiile de interconexiune dintre elemente sunt mai dezvoltate. În consecință orice modificare a unui element din schemă/sistem trebuie făcută cu multă atenție pentru că, în caz contrar, se obțin efecte reduse sau chiar negative pentru întreaga stație;
- **Interactivitatea** sistemului arată că schimbarea stării în ansamblu este reprezentată prin suma interacțiunilor elementelor independente ale acestuia;
- **Organizarea structurală** presupune identificarea și conectarea subsistemelor în cadrul structurii globale. Din punctul de vedere al asigurării fiabilității este necesar ca liniile să fie paralele în scopul realizării condițiilor de redundanță;
- **Informatizarea și controlul** presupune cunoașterea evoluției subsistemelor în parte și global a sistemului, de la punctul de intrare a apei la cel de ieșire, precum și în anumite puncte intermediare de interes tehnologic cum ar fi ieșirea din captare, sau pompare, sau stația de tratare/epurare etc.;
- **Adaptabilitatea și flexibilitatea** sunt aspecte legate de posibilitatea adaptării sistemului la variațiile mari ale debitului și încărcărilor orare, diurne și sezoniere satisfăcând condițiile de calitate a apei la ieșirea din stație. Proiectarea și dotarea sistemelor cu instalațiile și echipamentele aferente trebuie să aibă în vedere această necesitate de flexibilitate operațională. Aceasta va permite compensarea regimurilor de funcționare la limită ale subsistemelor cu menținerea calității apei tratate/epurate la nivelul standardizat.

Aplicând o astfel de abordare în cazul stațiilor de tratare/epurare se pot identifica cauzele unor defecțiuni în funcționarea acestora, situații ce conduc la neconformități sau chiar la scoaterea din funcțiune:

1. Condiții meteorologice nefavorabile;
2. Erori de operare (de exemplu: erori de citire a aparatelor de măsură, acționare greșită a întrerupătoarelor, citire și interpretare eronată a instrucțiunilor de operare, erori în sistemele de monitorizare și automatizare etc);
3. Greșeli de întreținere (de exemplu: strângere incorectă a șuruburilor, piulițelor, gresare necorespunzătoare a lagărelor, schimbare la intervale mari de timp a filtrelor de aer, reglare incorectă a jocurilor la îmbinările mecanice etc.);
4. Nerespectarea instrucțiunilor, a reglementărilor, a normelor, STAS;
5. Cauze tehnice;
6. Uzura prin coroziune chimică și biochimică;
7. Avarierea sau deformarea excesivă a elementelor componente ale unui echipament;
8. Uzura elementelor de sprijin - lagăre, elemente de acționare, elemente de etanșare;
9. Distrugerea acoperirilor de protecție;
10. Lipsa materiilor prime - reactivi chimici;
11. Reactivi chimici cu acțiune slabă, eficiență scăzută, valabilitate depășită;
12. Alte cauze.

Considerând elementele menționate și aplicând conceptele Sistemului de management al calității se propun următoarele etape în modelarea fiabilității SCAA și SCE.

Etapa I. Definirea sistemului

Se precizează toate funcțiile pe care trebuie să le îndeplinească sistemul/instalația folosindu-se caracteristicile și proprietățile fizice, chimice, biologice și funcționale. Pentru fiecare funcție se precizează defecțiunile și disfuncționalitățile care pot apare, caz în care se consideră că sistemul încetează să-și îndeplinească funcția.

Etapa a II-a. Stabilirea modelului de fiabilitate

Se întocmește schema bloc de fiabilitate prin asamblarea blocurilor operaționale în conformitate cu funcționalitatea sistemelor. Se consideră:

- a) relațiile și interacțiunile dintre blocuri;
- b) evenimentele care pot să apară în funcționare;
- c) blocuri de rezervă sau blocuri alternativă la cele din schemă pentru asigurarea funcționării corecte a sistemului.

În situația în care un echipament realizează mai multe funcții se pot construi mai multe scheme bloc diferite de la funcție la funcție. În orice caz un bloc operațional corespunzător schemei bloc realizează mai multe funcții și are relații complexe de conexiune cu ceilalți factori.

Se stabilesc relațiile matematice corespunzătoare fiabilității echipamentului - procesului și fiabilitatea blocului din schemă.

În cazul sistemelor complexe, cazul sistemelor de apă/canal, apar dificultăți în estimarea fiabilității și pentru rezolvarea problemei se face apel la ipoteze simplificatoare. Din punct de vedere matematic situația cea mai simplă este cea a ipotezei prin care timpii de defectare sunt repartizați exponențial - defectările sunt presupuse aleatoare și independente.

Etapa a III-a. Analiza componentelor blocului funcțional

Pentru fiecare bloc funcțional se analizează elementele componente și se înscriu toate variabilele care au legătură cu fiabilitatea acestora. Se analizează modurile de defectare a elementelor, avariile de tip întrerupere sau scurt circuit, și se precizează efectele ce pot apare în urma ieșirii din funcțiune.

Etapa a IV-a. Exprimarea cantitativă a fiabilității

Pe baza funcției de repartiție a defectărilor estimate în cazul fiecărui element se determină indicatorii de fiabilitate și se calculează cei globali ai schemei bloc.

Fiecare din aceste etape, precum și ansamblul analizei, capătă forme concrete pentru cazul specific al SCAA și SCE, în funcție de parametrii de intrare și intercondiționalitățile fiecărui sistem.

3. CONCLUZII

Analizele de fiabilitate și de risc devin condiții obligatorii în diferitele faze de promovare sau exploatare a sistemelor de apă/canal.

În prezent, fiind la început, aceste concepte aplicate la diferite sectoare de activități își formulează instrumentele, procedurile, metodele de evaluare și de aplicare.

Elementele prezentate pot constitui un ghid și precursori ale unui "Manual de bune practici" în sectorul hidroedilitar.