

ANALIZA SISTEMICĂ A FIABILITĂȚII ÎN CONSTRUCȚIILE HIDROEDILITARE

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

1. Introducere

Construcțiile hidroedilitare – alcătuite din sisteme centralizate de alimentare cu apă și canalizare-epurare sunt supuse unor condiții complexe și aleatorii de funcționare. Având în vedere funcțiile acestor sisteme - de a asigura permanent cantitatea de apă tratată planificată cu respectarea normelor de calitate impuse și evacuarea și epurarea apelor uzate - este necesar ca în toate fazele (de proiectare, operare și întreținere), să se asigure funcționarea corectă a sistemului.

Fiabilitatea sistemelor de alimentare cu apă și de canalizare-epurare este caracteristica succesiunii de procese unitare componente, exprimată prin probabilitatea ca acestea să îndeplinească funcțiunile pentru care au fost concepute cu performanțele impuse, fără erori, într-un anumit interval de timp și în condițiile de exploatare date. Funcționarea defectuoasă (avariile) este atribuită erorilor de concepție și/sau de proiectare, de exploatare, de întreținere.

Evaluarea și studiul prognozei fiabilității sistemelor de apă este complexă; dintre factorii care intră în calcule menționăm: volumele de apă procesate, indicatorii de calitate urmăriți, costurile implicate, politica de gospodărire a apelor, tehnologiile folosite, factorul uman, mediul ambiant. Complexitatea studiului se datorează și faptului că majoritatea factorilor amintiți sunt într-o modificare continuă, domeniile de variație fiind foarte largi, iar dinamica evoluțiilor este diferită de la un factor la altul.

Evaluările de fiabilitate pot fi realizate în mai multe situații:

- a) pentru construcțiile hidroedilitare aflate în exploatare, considerându-se diferite tehnologii folosite în cadrul proceselor unitare și compararea rezultatelor;
- b) pentru determinarea/verificarea fiabilității unui sistem complex aflat în faza de dezvoltare, re tehnologizare sau exploatare;
- c) extrapolarea indicatorilor de fiabilitate, calculați pe baza datelor culese de-a lungul unor perioade de exploatare, pentru durata de viață rămasă;
- d) stabilirea siguranței în funcționare a întregii stații de tratare/epurare, instalații sau echipamente din dotarea stației analizate.

În prezent conceptul de analiză a riscului aplicat la diferite sectoare de activitate din țară, fiind într-o fază incipientă, își formulează instrumentele, procedurile, metodele de evaluare și de aplicare.

2. Evaluarea fiabilității

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 problemei se micșorează numărul de variabile de proiectare fixând, pe baza experienței

acumulate în proiectarea și exploatarea stațiilor și instalațiilor similare, relații statistice între aceste variabile.

Pentru calculul fiabilității sistemelor în discuție se propune un Sistem de Management al Calității adaptat, în cele ce urmează prezentându-se în rezumat conceptele, criteriile și procedurile aplicate.

Analiza proceselor din sistemele hidroedilitare permite optimizarea tehnico-economică și atingerea performanțelor de calitate a sistemului în ansamblu și pentru fiecare subsistem în parte.

Astfel, aplicarea analizei pe bază de proces la sistemele de apă se face studiind funcționarea obiectelor care le compun și interconexiunii acestora. În figura 1 este prezentată structura unui sistem de alimentare cu apă, de la captare și până la consumator, cu indicarea principalelor componente și legături funcționale care influențează fiabilitatea sistemului.

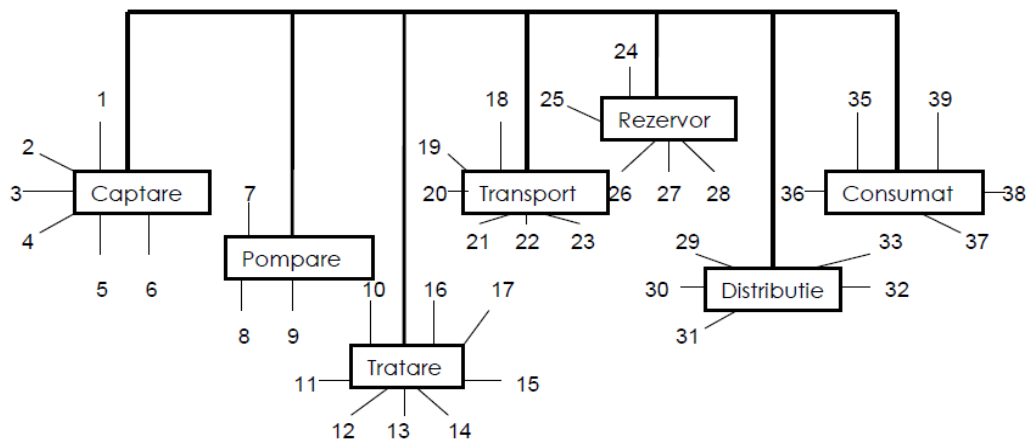


Fig.1 Structura unui sistem de alimentare cu apă, cu indicarea componentelor și legăturilor funcționale

Captare: 1 - poluarea sursei; 2 - deficiențe structurale ale prizei; 3 – îngheț; 4 - epuizarea sursei (foraj); 5 - inundații; 6 - reducere nivel apă în strat 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 problemele specifice unui sistem de canalizare/epurare.

Rezultă următoarele caracteristici pe care sistemele studiate din punct de vedere al siguranței în funcționare trebuie să le îndeplinească. Se menționează că sistemele studiate aparțin clasei sistemelor complexe.

- **Integritatea sistemului** - presupune menținerea acestuia în forma și structura inițială pe parcursul exploatării. 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 singur element din schemă/sistem trebuie făcută cu multă atenție pentru că în caz contrar se pot obține efecte negative pe ansamblu;
- **Interactivitatea sistemului** - schimbarea stării în ansamblu este reprezentată de suma interacțiunilor elementelor acestuia;
- **Organizarea structurală** ca sistem - presupune identificarea și formarea subsistemelor în cadrul structurii globale;
- **Controlul și Informatizarea** - presupune cunoașterea evoluției subsistemelor și a sistemului de la punctul de intrare a apei până la cel de ieșire, precum și în anumite puncte intermediare: ieșirea din captare, pompare, sau în stația de tratare/epurare etc.;
- **Adaptabilitatea și Flexibilitatea** - caracteristici legate de posibilitatea adaptării sistemului la variații mari ale debitului și încărcărilor orare, diurne și sezoniere, în condițiile respectării valorilor cerute pentru parametrii de calitate ale apei la ieșirea din stația de tratare sau ale efluentului la ieșirea din stația de epurare. Proiectarea și dotarea sistemelor cu instalațiile și echipamentele corespunzătoare trebuie să aibă în vedere necesitatea flexibilității operaționale, fiind astfel posibilă compensarea regimurilor de funcționare la limită ale subsistemelor, cu menținerea calității produsului la nivelul standardizat.

Aplicând această teorie în cazul stațiilor de tratare/epurare se identifică sursele defecțiunilor cele mai probabile în funcționarea acestora, situații ce pot conduce la regimuri de funcționare necorespunzătoare sau chiar la scoaterea din funcțiune:

- condiții meteo nefavorabile;
- greșeli 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);
- greșeli de întreținere (de exemplu: strângere incorectă a șuruburilor, piulițelor, gresare necorespunzătoare a lagărelor, schimbare la intervale prea mari de timp a filtrelor de aer, reglare incorectă a jocurilor la îmbinările mecanice etc. ;
- nerespectarea instrucțiunilor, a reglementărilor, normelor, standardelor;
- cauze tehnice;
- uzarea prin coroziune chimică și biochimică;
- avarierea sau deformarea excesivă a elementelor componente ale unui echipament;
- uzarea elementelor de sprijin - lagăre, elemente de acționare, elemente de etanșare;

- distrugerea acoperirilor de protecție;
- lipsă de materii prime - reactivi chimici;
- reactivi chimici cu acțiune slabă, eficiență scăzută, valabilitate depășită;
- alte cauze.

Considerând elementele menționate și aplicând conceptele Sistemului de Management al Calității propus se consideră următoarele etape în modelarea fiabilității.

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 caracteristicile funcționale limită. Pentru fiecare funcție se precizează defecțiunile și disfuncționalitățile care pot apare și la care se consideră că sistemul trebuie scos din funcțiune.

Etapa a II-a. Stabilirea modelului de fiabilitate.

Se întocmește schema bloc de fiabilitate prin asamblarea blocurilor operaționale în conformitate cu funcționalitatea subsistemelor. Se iau în considerație:

- a) relațiile și interacțiunile dintre blocurile funcționale;
- b) evenimentele care pot să apară în funcționare;

c) blocuri de rezervă sau blocuri alternativă la cele din schemă pentru asigurarea funcționării sistemului în cazuri de avarie.

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 de conexiune deosebit de complexe 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 mărimile care au legătură cu fiabilitatea acestora. Se analizează modurile de defectare ale elementelor și se precizează efectele ce apar 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 unui anumit sistem de alimentare cu apă sau colectare și tratare ape uzate, în funcție de parametrii de intrare și condițiile de funcționare ale fiecărui sistem.

3. Concluzii

Fiabilitatea unui proces, sistem, instalație sau echipament este o componentă a *funcției 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 - concepției, proiectării, realizării și exploatării sistemului.

Scopul evaluării fiabilității se concretizează astfel:

- stabilirea fiabilității necesare sistemelor hidroedilitare în condițiile funcționării continue;
- compararea diferitelor tehnologii posibile pentru procesele unitare, în scopul selectării tehnologiei optime;
- determinarea/verificarea fiabilității unui sistem aflat în faza de dezvoltare, retehnologizare sau exploatare;
- extrapolarea indicatorilor de fiabilitate, calculați pe baza datelor culese de-a lungul unei perioade de exploatare, pentru durata de viață rămasă;
- stabilirea siguranței în funcționare și a securității unei stații de tratare/epurare, instalații sau echipament din dotarea stației.

Indicatorii de fiabilitate trebuie evaluați în contextul unei variații semnificative a condițiilor de exploatare: temperaturi exterioare de la +35 °C la -30°C, condiții hidrologice variabile ale surselor de apă sau ale receptorilor (debite variabile), variații mari ale calității apei brute sau uzate ce intră în sistemele respective.

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

Elementele prezentate pot fi utilizate în constituirea manualului de operare și ca precursori ai unui "Manual de bune practici" în sectorul hidroedilitar.