

UNIVERSITATEA TEHNICĂ DE CONSTRUCȚII BUCUREȘTI
FACULTATEA DE HIDROTEHNICĂ

TEZA DE DOCTORAT

Mangementul riscului asociat
iazurilor de decantare
-Rezumat-

CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC :
prof.univ. dr. ing. Dan Stematiu

DOCTORAND :
ing. Bidiga (Popovici) Gh. Doina

2013

CUPRINS

CAP. 1 INTRODUCERE	pag. 4
CAP. 2 CARACTERIZAREA IAZURILOR DE DECANTARE REALIZATE PÂNĂ ÎN PREZENT ÎN ROMÂNIA	pag. 9
2.1. Definiții ale iazurilor de decantare în legislația română	pag. 9
2.2. Clasificarea iazurilor de decantare	pag. 9
2.3. Caracterizarea iazurilor de decantare	pag. 10
2.4. Caracterizarea iazurilor de decantare din România	pag. 10
CAP. 3 STADIUL ACTUAL PRIVIND REGLEMENTĂRILE, SIGURANȚA ȘI RISCUL IAZURILOR DE DECANTARE DIN ROMÂNIA	pag. 10
3.1. Contextul abordării siguranței iazurilor de decantare în România	pag. 10
3.2. Cadrul legislativ existent	pag. 10
3.3. Cadrul instituțional	pag. 11
3.4. Reglementarea actuală a funcționării iazurilor, în legătură cu siguranța și riscul asociat	pag. 11
3.5. Propuneri de armonizare a cadrului legislativ	pag. 11
CAP. 4 RISC - COMPONENTE, TOLERABILITATE, MANAGEMENT	
4.1. Siguranța și cedarea unei structuri	pag. 11
4.2. Abordarea problemelor de siguranță	pag. 12
4.3. Hazard și risc	pag. 12
4.4. Elementele riscului	pag. 12
4.5. Tolerabilitatea riscului	pag. 12
4.6. Managementul riscului	pag. 13
CAP. 5 ABORDĂRI PRIVIND EVALUAREA SIGURANȚEI	pag. 14
5.1. Riscul asociat iazurilor de decantare	pag. 14
5.2. Factori de risc	pag. 14
5.3. Principii generale de evaluare a riscului și mecanisme de cedare posibile	pag. 14
5.4. Scenarii de cedare	pag. 15
5.5. Probabilități de cedare determinate pe baze statistice	pag. 15
5.6. Evaluarea cantitativă a riscului prin utilizarea arborilor probabilistici	pag. 15
CAP. 6 EVALUAREA RISCULUI ASOCIAT IAZURILOR DE DECANTARE. STUDIU DE CAZ – ROȘIA POIENI	pag. 18
6.1. Considerații privind evaluarea riscului	pag. 18

6.2. Studiu de caz : Iazul de decantare Valea Șesei	pag. 18
6.3. Analiza riscului asociat iazului Valea Șesei	pag. 20
6.4. Comentarii	pag. 26
CAP. 7 CONCLUZII	pag. 27
7.1. Concluzii generale ale lucrării	pag. 27
7.2. Contribuții personale	pag. 28
7.3. Direcții viitoare de cercetare	pag. 29
BIBLIOGRAFIE	pag. 29
ANEXE	

CAP. 1. INTRODUCERE

Iazurile de decantare reprezintă în prezent un domeniu din ce în ce mai interesant nu numai pentru comunitatea tehnico-științifică, dar și pentru societatea civilă, atât din punct de vedere al rolului acestora în diferite procese tehnologice cât și, mai ales, al impactului lor potențial asupra mediului și populației.

În general, **iazurile de decantare** sunt construcții hidrotehnice realizate sub formă de incinte pentru depozitarea sterilului rezultat din procese de producție industrială (procesare minieră, procesare metalurgică, termoenergetică etc.), precum și pentru depozitarea materialului aluvionar rezultat din dragarea șenalelor navigabile, decolmatarea lacurilor de acumulare etc. Hidromasa sterilă, rezultată dintr-un amestec solid-lichid (steril – apă), este transportată pe cale hidraulică în incinta iazului, iar aici sterilul este depozitat prin sedimentare, în timp ce apa decantată (limpezită) este evacuată în emisar (cu sau fără epurare prealabilă) sau recirculată în procesele de producție.

Din punct de vedere tehnologic iazul de decantare îndeplinește un rol de stocare a deșeurilor rezultate din prelucrarea industrială respectivă, precum și un rol de epurare mecanică a apelor rezultate din procesul tehnologic aferent. De importanța acordată de agentul economic fiecăruia din cele două roluri depinde și modul de exploatare a iazului, precum și modul de administrare și gestionare a situațiilor care pot apărea în funcționare.

Din punct de vedere al impactului potențial asupra mediului, iazurile de decantare prezintă atât un risc tehnologic cât și unul de stabilitate. Acest impact este în directă legătură cu modul de administrare a sterilelor pe parcursul circuitului tehnologic, precum și cu realizarea construcțiilor de administrare a acestora.

Riscul tehnologic se referă la poluarea industrială, care induce substanțe toxice sau periculoase în mediu datorită unor deficiențe în procesul de producție.

Riscul de stabilitate se referă la ruperea construcțiilor în care se depozitează sterilele, prin însăși pierderea stabilității amenajării (datorită diferitelor cauze), prin avarierea sau scoaterea din funcțiune a unor anexe ale acesteia.

Astfel interesul pentru domeniul iazurilor de decantare se datorează în mare parte accidentelor tehnice produse în ultimii ani, accidente care au determinat pierderea necontrolată a conținutului iazului (apă contaminată sau apă contaminată și steril) provocând importante pagube materiale și uneori pierderi de vieți omenești.

Aceste evenimente au determinat în mai mare măsură interesul specialiștilor asupra problematicii siguranței iazurilor de decantare, prin sintetizarea diferitelor abordări ale acesteia și utilizarea principiilor științifice stabilite astfel în scopurile practice ale ingineriei, referitor la proiectarea, construirea, exploatarea și închiderea iazurilor.

Problematika din domeniul iazurilor de decantare aleasă a fi prezentată în această lucrare include elemente de hazard și risc, tolerabilitatea riscului, managementul riscului și evaluarea siguranței iazurilor din sectorul minier, cu studiul de cazul al Iazului de decantare Valea Șesei din cadrul exploatării miniere a cuprului Roșia Poieni.

Gestionarea riscurilor asociate siguranței iazurilor de decantare este posibil a se realiza corespunzător printr-un management al siguranței iazurilor.

Managementul siguranței iazurilor de decantare, asemenea celui al barajelor care realizează acumulări de apă, reprezintă o încercare complexă și dificilă pentru deținători, întrucât aceste lucrări pot prezenta un risc potențial semnificativ. Astfel propriul Sistem de Management al Siguranței trebuie să asigure deținătorului lucrării capacitatea de anticipare și tratare a tuturor problemelor siguranței, și deci ale riscurilor asociate acestuia, înainte ca acestea să producă incidente la amenajarea respectivă. Sistemul de Management al Siguranței iazurilor de decantare poate fi elaborat separat, dar face parte din Sistemul Integrat de Management al deținătorului.

Aceasta lucrare este o încercare de a prezenta două componente importante din structura unui Sistem de Management al Siguranței, respectiv cunoașterea riscului și controlul acestuia.

Obiectivele principale al lucrării le constituie prezentarea căilor și modurilor de abordare a riscului, de diminuare a acestuia, precum și considerațiile prin care o societate cu activitate în domeniul minier se poate autoevalua având implementat un sistem de management al riscului asociat iazurilor de decantare.

Atingerea acestui obiectiv a presupus parcurgerea mai multor etape și anume:

- realizarea unui inventar privind tipurile de iazuri de decantare din România;
- realizarea unui studiu referitor la stadiul actual al siguranței iazurilor în România;
- realizarea unei sinteze asupra cunoștințelor despre risc cu particularizare la iazurile de decantare, privind componentele, tolerabilitatea și managementul acestuia;
- analiza abordărilor privind evaluarea siguranței iazurilor de decantare;
- un studiu de caz privind managementul riscului la un iaz de decantare – Roșia Poieni.

Teza de doctorat prezintă o sinteză a cercetărilor efectuate de autor privind managementul iazurilor de decantare, ca urmare a experienței de peste 20 ani în supravegherea exploatării acestor lucrări în arealul în care își desfășoară activitatea, respectiv Bazinul hidrografic Arieș.

Lucrarea este structurată pe 7 capitole, bibliografie și anexe grafice, tabelare și fotografice.

Capitolul 1 cuprinde prezentarea interesului pentru domeniul și problematica aleasă a fi abordată în lucrare, actualitatea subiectului, necesitatea abordării subiectului tezei, obiectivele lucrării și metodica de realizare.

Iazurile de decantare reprezintă un domeniu tot mai interesant pentru comunitatea tehnico-științifică, dar și pentru societatea civilă, atât din punct de vedere al rolului lor în diferite procese

tehnologice cât și, mai ales, al impactului lor potențial asupra mediului și sănătății populației.

Atenția sporită de care s-a bucurat pe plan mondial subiectul iazurilor de decantare în ultimele trei decenii se datorează evenimentele nedorite înregistrate în această perioadă și care au arătat că în cazul unui accident impactul asupra mediului social și natural poate să fie foarte grav, chiar catastrofal. În aceste condiții problemele de siguranță a acestor construcții au intrat în atenția publică începând cu etapele de proiectare și construcție și continuând cu cele de exploatare și închidere, până la reintegrarea lor în mediul natural.

Siguranța iazurilor de decantare, asemenea cu a oricărui sistem antropic, nu este o stare absolută care să nu prezinte nici un risc, ci una relativă în care sistemul tip iaz de decantare va avea întotdeauna un anumit nivel de risc. Acest risc este tolerabil pentru societate, dacă se înscrie într-un nivel stabilit prin gradul de acceptabilitate al riscului.

Gestionarea riscurilor asociate siguranței iazurilor de decantare este posibilă să se realizeze corespunzător printr-un management al siguranței acestora. Acesta poate fi asimilat cu managementul riscurilor asociate iazurilor, riscuri ce pot avea impact semnificativ asupra populației, mediului și proprietăților, atunci când se produc incidente sau cedări ale structurii.

Obiectivele principale ale lucrării le constituie căile și modurile de abordare a riscului și considerațiile prin care o societate cu activitate în domeniul minier se poate autoevalua prin implementarea unui management al riscului asociat iazurilor de decantare.

Capitolul 2 prezintă o scurtă caracterizare a tipurilor de iazuri de decantare realizate până în prezent în România având la baza diferite criterii, puncte de vedere sau perspective.

Definirea iazurilor de decantare din perspectiva unor norme legislative sau normative tehnice le încadrează în categoria construcțiilor hidrotehnice, iazurile prezentând numeroase elemente comune cu construcțiile de barare care realizează acumulări de apă, dar având un specific aparte, datorat materialelor stocate, modului specific de construcție și exploatare.

Caracterizarea iazurilor de decantare se realizează succint în acest capitol prin prezentarea principalelor caracteristici tehnice referitoare la elementele componente ale unui iaz de decantare, etapele caracteristice ciclului de viață al acestora, realizarea umpluturilor din corpul iazului, consolidarea și stabilitatea în timp a acestora, colectarea și evacuarea apelor din iaz, respectiv devierea apelor din bazinul hidrografic amonte.

Capitolul 3 prezintă stadiul actual privind siguranța iazurilor de decantare din România.

Este prezentat contextul abordării siguranței iazurilor de decantare cu referire la cadrul legislativ și instituțional existent în prezent în țară.

Situația iazurilor de decantare din România în acest moment este în strânsă legătură cu Strategia industriei miniere în perioada 2004-2010, care a reprezentat primul pas în crearea unui nou cadru legislativ și instituțional și a determinat trecerea la închiderea și conservarea minelor

și carierelor nerentabile, inclusiv a iazurilor de decantare aparținând acestora. În aceste condiții a existat necesitatea armonizării cadrului legislativ și instituțional atât cu celelalte domenii implicate (protecția mediului, gospodărirea apelor, siguranța construcțiilor, gestionarea situațiilor de urgență etc.) precum și cu reglementările europene, după aderarea României la UE.

În prezent există numeroase iazuri de decantare în curs de închidere sau care au lucrările de închidere finalizate, acestea fiind în perioada de monitorizare postînchidere. Acest capitol prezintă situația din anul 2011 a iazurilor de decantare la nivel național.

Lucrarea sintetizează propunerile diferitelor organisme implicate în problema iazurilor de decantare din România în vederea armonizării cadrului legislativ, pe baza unor cerințe obiective și priorități care au rezultat din funcționarea sau închiderea și monitorizarea acestor lucrări. Astfel sunt prezentate propunerile de întocmire a unor normative tehnice specifice pentru iazuri de decantare, privind proiectarea, exploatarea, urmărirea comportării în timp, conservarea, închiderea, postutilizarea și monitorizarea acestora în diferite etape de existență.

Capitolul 4 realizează o sinteză asupra cunoștințelor despre risc cu particularizare la iazurile de decantare, privind componentele, tolerabilitatea și managementul acestuia.

Noțiunile de siguranță și risc sunt tot mai mult folosite în ultimii ani, fără a avea întotdeauna o exprimare precisă, iar exprimarea lor este deseori în funcție de percepția celor care le folosesc (specialiștii cu pregătire în domeniu sau publicul larg).

Siguranța, atât prin percepția generală cât și cea inginerescă, reprezintă capacitatea unui sistem tehnic de a-și păstra calitățile funcționale pentru care a fost creat. În domeniul practicii ingineresti a construcțiilor, siguranța este speranța ca o construcție să se comporte conform așteptărilor, adică cedarea ei să nu se producă sub acțiunea solicitărilor la care este supusă într-un interval de timp determinat, de regulă pe durata sa de viață proiectată, prin nici un mod de cedare cunoscut.

Este acceptat că nu există o siguranță deplină a unui sistem, a unei construcții, astfel aceasta se va afla întotdeauna la un anumit grad de siguranță, deci va exista întotdeauna un risc de cedare a sa.

Specificitatea riscului este identificată cel mai corect prin produsul dintre posibilitatea producerii unui eveniment periculos și mărimea consecințelor acestuia. Astfel elementele riscului sunt constituite din probabilitatea de cedare și consecințele cedării.

Este necesar să se impună anumite limite riscului, pe care populația este dispusă sau este nevoită să le accepte, limite care se realizează în condițiile unui echilibru rațional între costuri și risc. Limitarea riscului este impusă de interesul public și se exprimă printr-un risc normat sau printr-unul acceptat, fiind obținută prin mărirea gradului de siguranță și reducerea consecințelor produse de o eventuală cedare.

Necesitatea unor acțiuni de prevenire a evenimentelor periculoase și de atenuare a consecințelor acestora a determinat apariția și dezvoltarea unui proces de management al riscului, cu trei etape importante în componența sa : analiza, evaluarea și controlul riscului.

Analiza riscului reprezintă identificarea surselor de risc și posibilitatea ca acestea să determine cedarea (mecanisme și scenarii de cedare).

Evaluarea riscului, prin care se realizează încadrarea riscului estimat în limitele de tolerabilitate și continuarea exploatarei sistemului fără sau cu restricții.

Controlul riscului - măsurile prin care se menține sau se reduce riscul în limite tolerabile.

Pentru baraje și iazuri de decantare managementul riscului necesită anumite activități-suport, în timp ce cunoașterea riscului poate servi ca suport pentru procedurile de îmbunătățire a supravegherii comportării lucrării, a exploatarei și întreținerii acestora.

Capitolul 5 prezintă analiza abordărilor privind evaluarea siguranței iazurilor de decantare și sistemul de management al unui iaz de decantare.

Abordarea riscului asociat iazurilor de decantare se poate face în trei moduri: abordări indirecte, abordări calitative și abordări cantitative.

Abordarea indirectă se realizează prin sisteme de standarde, norme și reglementări.

Abordarea calitativă tratează riscul în mod explicit, fără a-l cuantifica, limitându-se la ierarhizări bazate pe risc și cuprinde întocmirea unor matrici de risc sau utilizarea Analizei modurilor de cedare și a efectelor acestora (FMEA), având la baza aboririi evenimentelor.

Abordarea cantitativă cuprinde analiza riscului realizată pe baze statistice, pe baza de indici și ponderi sau prin cuatificarea elementelor sale (probabilitatea de cedare și consecințele acesteia).

Din analiza statistică a accidentelor inventariate au rezultat mecanismele de cedare (care au condus la incidente sau avarii) acestea fiind grupate în câteva categorii principale. Prin analiza rațională se dezvoltă un arbore, pe nivele inferioare succesive, care conține pentru fiecare eveniment advers identificat, evenimentele adverse (cauzele) care îl declanșează, analiza oprindu-se atunci când sunt identificate evenimentele primare care inițiază mecanismul de cedare respectiv, acesta fiind ultimul nivel.

Evaluarea siguranței prin metoda arborelui probabilistic al evenimentelor se aplică pentru un mod de cedare ales, când structura se află într-o situație critică prestabilită. Arborele probabilistic este o reprezentare grafică a unor combinații logice a evenimentelor care pornind de la evenimente primare conduc la un eveniment final nedorit și la un set de consecințe pe care acesta le declanșează. Acesta are la bază o analiză cauze-efecte.

Arborele global al evenimentelor are două zone, care în analiza de risc se tratează separat, și anume arborele eveninemtelor adverse (fault tree) și arborele consecințelor (event tree). Arborii

evenimentelor sunt utilizați pentru identificare mecanismelor de cedare sau de rupere, dar mai ales pentru cuantificarea probabilităților de apariție a unor evenimente finale nedorite.

Capitolul 6 prezintă studiul de caz al celui mai mare iaz de decantare din România aflat în funcțiune și care deservește exploatarea minieră de cupru din zona Roșia Poieni, jud. Alba.

Iazul de decantare Valea Șesei este un iaz de vale, realizat prin înălțare spre amonte și utilizat pentru depozitarea sterilului de procesare din uzina de preparare a cuprului. Iazul are o înălțime de 83 m, un volum de steril depozitat de cca. 36 mil. m³ și o suprafață de cca. 144 ha.

Acest capitol prezintă datele morfologice, tehnologice și structurale ale iazului, precum și cele privind starea de funcționare, siguranță și modul de urmărire a comportării în timp.

Analiza riscului asociat iazului Valea Șesei s-a realizat prin trei metode și anume :

- abordarea indirectă, prin încadrarea în categorii de importanță;
- cuantificarea riscului prin indici și ponderi;
- cuantificarea riscului pe baza aborilor evenimentelor.

Prin evaluarea riscului se urmărește încadrarea lui în limitele cele mai mici rațional posibile.

Încadrarea iazului în categoria de importanță determină riscul normat al acestuia, și se utilizează la stabilirea tipului de urmărire în timp a construcției, precum și a obligațiilor deținătorului privind siguranța în exploatare a lucrării inclusiv măsurile pentru diminuarea riscului.

Exprimarea explicită a riscului, prin consecințele sale importante (pierderi de vieți omenești, pagube materiale și asupra mediului), determină încadrarea riscului în domeniul celui acceptabil sau în cel mai defavorabil caz al riscului tolerabil (situat între cel acceptabil și cel inacceptabil).

Capitolul 7 cuprinde principalele concluzii desprinse din lucrare, contribuțiile personale ale autorului tezei și direcții viitoare care se pot dezvolta pe aceasta temă.

CAP. 2 CARACTERIZAREA IAZURILOR DE DECANTARE REALIZATE PÂNĂ ÎN PREZENT ÎN ROMÂNIA

2.1. Definiții ale iazurilor de decantare în legislația română

Definiția iazului de decantare- un complex de lucrări având ca scop epurarea mecanică a apelor reziduale, respectiv depozitarea pe timp nedeterminat a sterilului rezultat din prepararea minereurilor și evacuat sub formă de turbureală sterilă.

2.2. Clasificarea iazurilor de decantare

Criterii de clasificare a iazurilor :

- După caracteristicile materialului depozitat: iazuri de decantare propriu-zise și bataluri;
- După caracteristicile terenului de amplasare : iazuri de decantare de vale, de coastă (versant), de câmp (încinta este realizată complet cu diguri de contur);

- După modul de înălțare a digurilor (barajului) : cu înălțare spre amonte, spre aval, în ax;
- După importanța construcției: clase de importanță, categorii de importanță.

2.3. Caracterizarea iazurilor de decantare

- Din punct de vedere tehnic - Elementele componente : principale și auxiliare
- Din punct de vedere al ciclului de viață- etape de existență a unui iaz: etapa de construcție, de exploatare, de conservare și închidere, postînchidere și reintegrare în mediu.

2.4. Caracterizarea iazurilor de decantare din România

La nivelul întregii țări situația iazurilor de decantare din industria minieră în 2011 este prezentată în Anexa 2.1, în Tabelele nr. 2.1 și 2.2.

Situația iazurilor de decantare din România este determinată de programul promovat prin Strategia industriei miniere în perioada 2004-2010, aprobată prin H.G. 615/2004.

Pentru derularea eficientă a procesului de reconstrucție ecologică a siturilor afectate de activitățile miniere a fost aprobat "Programul procesului de închidere și ecologizare a obiectivelor miniere, în perioada 2007-2020", prin avizul C.T.E.– M.E.F. nr.1961/27.06.2007.

Principalele lucrări necesare asigurării stabilității și ecologizării iazurilor :

- amenajarea bazinului hidrografic din amonte de iazurile de vale;
- reabilitarea sau refacerea barajului de deviere a apelor și sistemelor de drenaj;
- refacerea sau realizarea unor canale de gardă și rigole de scurgere a apelor de pe versanți;
- desecarea și reprofilarea platformei iazului și taluzului aval, vegetarea suprafețelor;
- reabilitarea sau realizarea unui nou sistem de evacuare a apelor din iaz;
- reabilitarea sistemului de urmărire a comportării în timp a depozitelor;

CAP 3. STADIUL ACTUAL PRIVIND REGLEMENTĂRILE, SIGURANȚA ȘI RISCUL IAZURILOR DE DECANTARE ÎN ROMÂNIA

3.1. Contextul abordării siguranței iazurilor de decantare în România

Siguranța iazurilor de decantare se află sub incidența O.U.G. 244/2000 privind siguranța barajelor, aprobată prin Legea 466/2001 și Ordinelor comune ale M.A.P.M.- M.L.P.T.L (NTLH).

Organismele care supervizează situația iazurilor de decantare din România : **Comisia de supraveghere a iazurilor de decantare din industria minieră** (COSIDIM), funcționează pe lângă DGRM-Ministerului Economiei și **Comisia Națională pentru Siguranța Barajelor și Lucrărilor Hidrotehnice** (CONSIB), pe langa Autoritatea publică centrală din domeniul apelor.

3.2. Cadrul legislativ existent

Legislația națională legată de protecția mediului și siguranța structurilor, armonizată cu directivele europene specifice :

- **Legea protecției mediului nr. 137/1995**, cu completările și modificările ulterioare;

- *Legea apelor nr. 107/1996*, cu completările și modificările ulterioare;
- *Legea nr. 645/2002*, privind prevenirea, reducerea și controlul integrat al poluării ;
- *Legea minelor nr.85/2003*, modificată de Legea nr. 237/2004 ;
- *Legea 466/2001*, pentru aprobarea O.U.G. 244/2000 privind siguranța barajelor ;
- *Legea nr.426/2001*, pentru aprobarea OUG 78/2000 privind regimul deșeurilor ;
- *H.G. nr. 856/2008*, privind gestionarea deșeurilor din industriile extractive.

3.3. Cadrul instituțional

M.E.C.M.A.-D.G.R.M.- administrator coordonator al programelor naționale pentru dezvoltarea bazei de materii prime, A.N.R.M.- autoritate competentă în domeniul resurselor minerale, S.C. CONVERSMIN S.A.- operator specializat în managementul activităților specifice procesului național de reconstrucție ecologică a siturilor afectate de activitățile miniere.

3.4. Reglementarea actuală a funcționării iazurilor, în legătură cu siguranța

Funcționarea iazurilor active are la bază următoarele acte de reglementare principale : Licența de exploatare a resurselor minerale, Autorizația de mediu, Autorizația de gospodărire a apelor, care integrează Autorizația de funcționare în siguranță a iazului, Planul de urgență.

Pentru iazurile în conservare, dar cu lucrări de închidere, au suplimentar : Planul de încetare a activității (PIA), Actul legislativ(HG) care aprobă lucrările de închidere și ecologizare, Proiectul tehnic de închidere (PT), Acordul de mediu, Avizul de gospodărire a apelor, cu prevederi din Acordul de funcționare în condiții de siguranță a iazurilor.

3.5. Propuneri de armonizare a cadrului legislativ

În vederea armonizării cadului legislativ, a apărut necesitatea elaborării unui *Normativ tehnic integrat, unitar privind proiectarea, exploatarea, conservarea, închiderea, postutilizarea, monitorizarea în diferitele etape de existență a iazurilor de decantare*. M.E.C.M.A.– D.G.R.M., prin operatorul său S.C. CONVERSMIN S.A. este autoritatea care elaborează normativul.

Caietul de sarcini a stabilit conținutul pentru elaborarea normativelor tehnice componente :

- *proiectarea iazurilor de decantare din industria minieră;*
- *conținutul cadru al regulamentului de exploatare pentru iazurile de decantare;*
- *închiderea iazurilor de decantare din industria minieră;*
- *stabilirea categoriei de importanță a iazurilor de decantare postînchidere;*
- *monitorizarea comportării în timp din punct de vedere al siguranței iazurilor de decantare.*

CAP. 4. RISC - COMPONENTE, TOLERABILITATE, MANAGEMENT

4.1. Siguranța și cedarea unei structuri

Exprimarea noțiunilor de siguranță și risc este deseori în funcție de percepția celor care le folosesc (specialiștii sau publicul larg). Intuitiv atât publicul larg cât și specialiștii realizează

faptul că nu există o siguranță deplină, respectiv o certitudine, motiv pentru care atunci când se vorbește despre siguranță este de fapt vorba despre un anumit grad sau nivel de siguranță.

Cedarea - un proces prin care un sistem își pierde funcțiile pentru care a fost conceput.

Cedarea nu se produce dacă este îndeplinită condiția de siguranță, valoarea efectivă a solicitării totale nu depășește valoarea rezistenței totale sau capabilității : $S < R$ (4.1)

S – solicitare totală (valoare efectivă) ; R – rezistență totală (valoare capabilă).

4.2. Abordarea problemelor de siguranță

Tipurile de abordare pot fi: empirică, statistică, deterministă, probabilistă, semi-probabilistă.

4.3. Hazard și risc

Abordarea probabilistă a siguranței și caracterul aleator al fenomenelor necesită introducerea noțiunilor de hazard și risc, pentru a evidenția împrejurări ce pot produce cedarea unei structuri.

Măsura hazardului este probabilitatea de depășire (sau de nedepășire) a unei anumite valori a unui parametru într-un interval de timp dat. Probabilitatea ca un hazard să se transforme într-un accident a determinat introducerea noțiunii de **risc**.

În domeniul practicii ingineresti a construcțiilor măsura riscului este descrisă de relația :

$$\mathbf{Risc = P_c \times C} \quad (4.5)$$

P_c – probabilitatea de cedare ; C – mărimea consecințelor cedării

Dacă se include și răspunsul neadecvat al sistemului (**Pr**) la apariția acestor cauze, relația devine: $\mathbf{Risc = P_c \times Pr \times C}$ (Stematiu, 2009) (4.6)

4.4. Elementele riscului

Elementele riscului sunt : probabilitatea de cedare și mărimea consecințelor acesteia.

Probabilitatea de cedare reprezintă probabilitatea ca într-un anumit interval de timp prestabilit să se producă o cedare și numai una într-un anumit mod, prin realizarea condiției de cedare, adică solicitarea totală să depășească rezistența capabilă a structurii : $S > R$.

Cedarea unei structuri are consecințe directe, diferite ca gravitate, importanță și amploare.

Ponderea maximă în producerea consecințelor unei cedări o are mărimea depășirii condiției de cedare și vulnerabilitatea construcției, ce pot avea consecințe sau nu asupra acesteia.

4.5. Tolerabilitatea riscului

Siguranța și riscul sunt percepute diferit de specialiștii din domeniu și publicul larg. Publicul are o percepție intuitivă asupra riscului, iar specialiștii au o abordare științifică, considerând că există un risc acceptabil, cu consecințe asupra populației, care poate fi minimizat prin considerarea lui în analiza siguranței. Astfel se impun limite riscului, riscul obținut fiind cel mai mic rațional posibil. Limitarea riscului se exprimă în două feluri: prin risc normat și risc acceptat.

Riscul normat este acel risc care rezultă din siguranța normată, din respectarea normelor tehnice de proiectare, execuție și exploatare. Riscul normat nu are o cuantificare directă, iar

În cazul evaluării cantitative se masoară prin rata anuală a riscului.

Riscul acceptat sau riscul tolerabil reprezintă riscul exprimat explicit și pe care societatea este de acord să îl suporte la un anumit moment, impunându-l prin reglementări speciale.

4.6. Managementul riscului

Necesitatea unor acțiuni de prevenire a evenimentelor periculoase și atenuare a consecințelor acestora a determinat apariția și dezvoltarea unui proces de **management al riscului**.

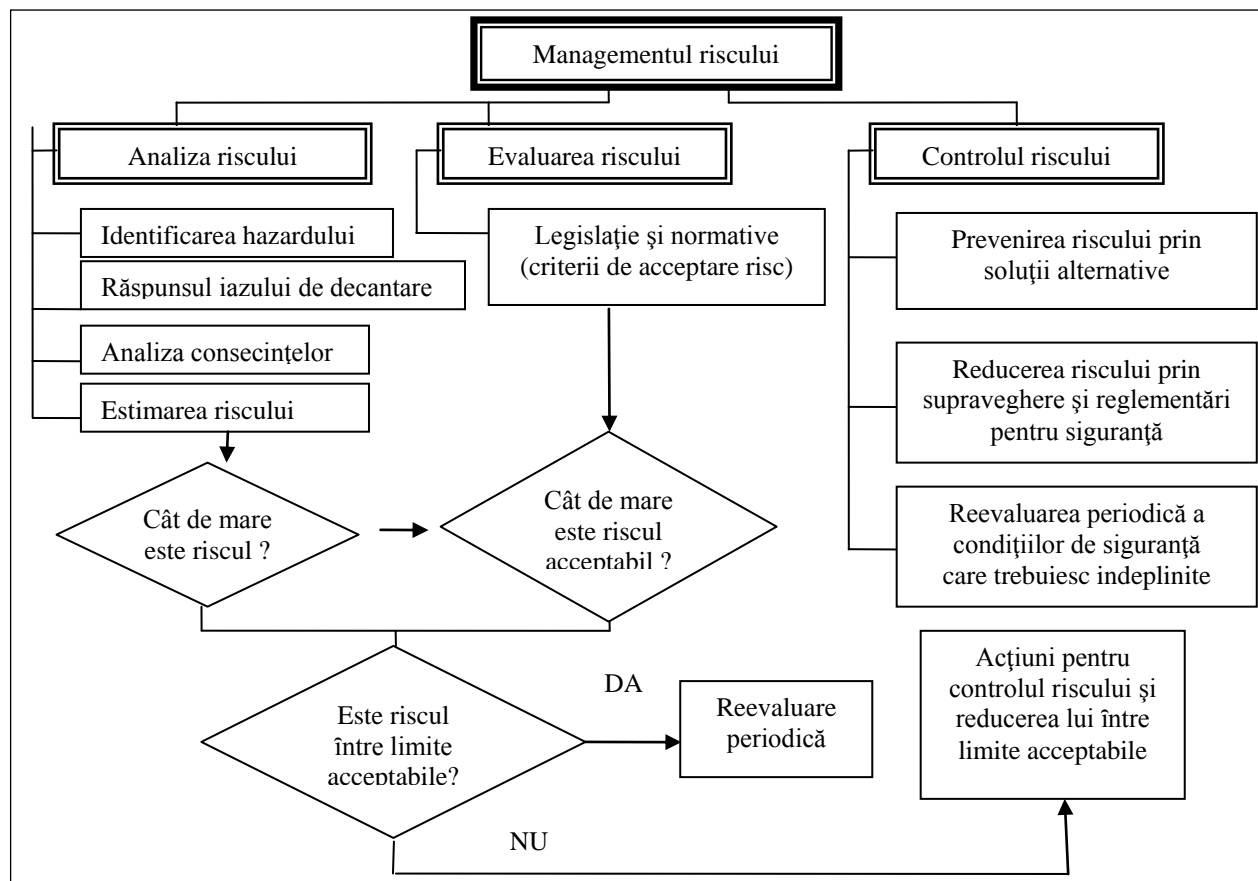


Fig. 4.12. Componentele managementului riscului (după Kreuzer, 2000)

Cunoașterea riscului determină proceduri de îmbunătățire a supravegherii comportării lucrării, a exploatării și întreținerii acesteia. Dacă riscul depășește nivelul considerat acceptat, sunt necesare măsuri de creștere a siguranței și de reducere a consecințelor în cazul unei avarii. Acest lucru se poate realiza prin măsuri structurale și non-structurale.

Analiza riscului – identificarea surselor de risc și posibilitatea ca acestea să determine cedarea (mecanisme și scenarii de cedare). Identificarea riscului este cea mai importantă etapă din cadrul managementului siguranței. Se pleacă de la toate modurile de cedare cunoscute sau posibile.

Apoi se analizează vulnerabilitatea fiecărei componente față de condițiile adverse care pot apărea, precum și elementele și zonele potențial afectabile de eventualitatea unei cedări.

Cuantificarea riscului va ține cont atât de probabilitatea de cedare cât și de mărimea consecințelor, exprimate pierderi de vieți omenești, pagube materiale și efecte necuantificabile.

Evaluarea riscului – încadrarea riscului estimat în limitele de tolerabilitate și continuarea exploatării sistemului fără sau cu restricții.

Evaluarea riscului se face adesea în paralel cu evaluarea siguranței pe baze deterministe, utilizându-se standarde și norme aflate în vigoare. Incadrarea exigențelor de performanță în limitele prescrise conduce la o „siguranță normată” și deci la încadrarea într-un „risc normat”.

Controlul riscului – măsurile prin care se menține sau se reduce riscul în limite tolerabile.

Controlul riscului presupune o monitorizare continuă a siguranței structurale a construcției și a situației din zonele adiacente posibil a fi afectate. Acesta se realizează prin activitatea UCC.

Reducerea riscului este o obligație legală și morală a deținătorilor de amenajări hidrotehnice, precum și a administrației publice. Impărțirea finanțării riscului între deținător, companiile de asigurări și societate permite o alocare a riscului asociat unei structuri. Evitarea riscului prin cele mai bune soluții de proiectare și o execuție controlată este o finanțare cu caracter preventiv.

CAP. 5. ABORDĂRI PRIVIND EVALUAREA SIGURANTEI

5.1. Riscul asociat iazurilor de decantare

Abordările indirecte – prin sisteme de standarde, norme și reglementări;

Abordările calitative-tratează riscul explicit, fără a-l cuantifica, limitându-se la ierarhizări bazate pe risc (între variante sau între componente ale sistemului). Se folosesc matrici de risc.

Analiza modurilor de cedare și a efectelor acestora (FMEA)- identificarea componentelor sistemului, plecând de la efectele pe care le are asupra siguranței defectarea unei componente.

Analiza criticalității modurilor de cedare și a efectelor acestora (FMECA)- cuantificare empirică a riscului, prin indici ai gravității evenimentelor inițiatore.

Abordările cantitative – Analiza cantitativă a riscului se poate realiza: pe baze statistice, prin indici și ponderi, prin cuantificarea probabilității de rupere pe baza arborilor evenimentelor adverse, prin cuantificarea consecințelor ruperii.

5.2. Factori de risc

Fenomenele naturale extreme, defectele structurale, problemele de exploatare curentă și factorul uman pot crește riscul asociat unui baraj (iaz), acestea constituind factori de risc.

5.3. Principii generale de evaluare a riscului și mecanisme de cedare posibile

Analiza calitativă explicită a riscului este o analiză a modurilor de cedare și a efectelor acestora și are la baza arbori probabilistici cu două zone: arborele evenimentelor adverse, care pot conduce la un final nedorit și cel al consecințelor. Intre evenimentele primare și evenimentul nedorit se produc evenimente intermediare favorizante. Arborele se dezvoltă pe nivele și se oprește când se
identifica evenimentele primare care inițiază mecanismul de cedare analizat.

5.4. Scenarii de cedare

Scenariile de cedare corespund modurilor de cedare și mecanismelor asociate care conduc la rupere, specifice unui iaz de decantare, care este o structură unicat.

5.5. Probabilități de cedare determinate pe baze statistice

Din analiza statistică a accidentelor inventariate se poate întocmi un arbore la care categoriile de mecanisme de cedare sunt identificate pe primul nivel de cauze :

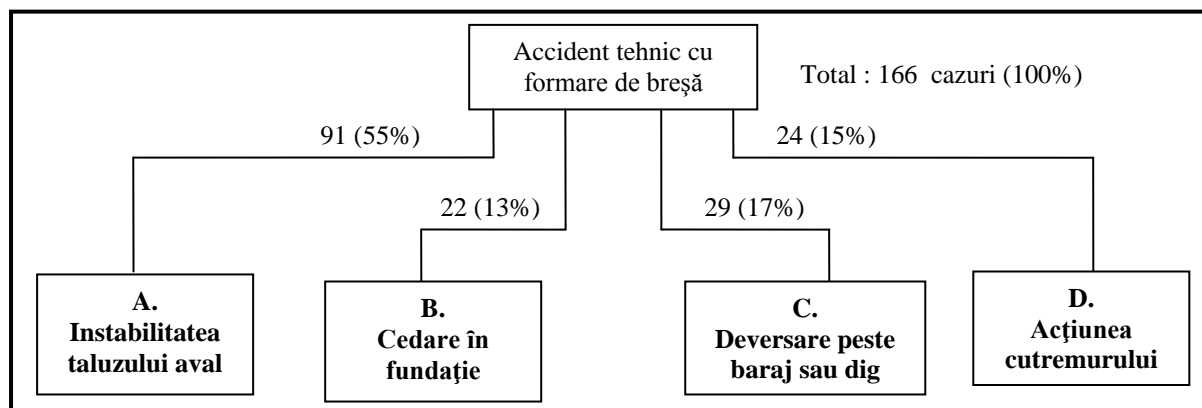


Fig. 5.5. Principalele mecanisme de cedare la un iaz de decantare

Dezvoltarea arborelui se realizează pe nivele, prin identificarea cauzelor primare pentru fiecare din aceste cauze (mecanisme de cedare).

5.6. Evaluarea cantitativă a riscului prin utilizarea arborilor probabilistici

Arborele evenimentelor este o reprezentare grafică a unor combinații logice ale evenimentelor care conduc la un eveniment final nedorit și la un set de consecințe pe care acesta le declanșează. Evaluarea siguranței prin această metoda are la baza o analiză cauze-efecte. Arborele global al evenimentelor are două zone care în analiza de risc se tratează separat : *arborele evenimentelor adverse* (fault tree) și *arborele consecințelor* (event tree), Fig. 5.15.

Probabilitatea de apariție a unui eveniment final nedorit (top event) rezultă prin sumarea probabilistică a probabilităților parțiale ale evenimentelor din arborele evenimentelor. În acest calcul se porneste de la baza arborelui spre vârful acestuia.

Arborele consecințelor constă într-o reprezentare grafică a secvențelor de evenimente defavorabile care sunt declanșate de un eveniment inițiator. Arborele se dezvoltă pe niveluri succesive până la identificarea consecințelor finale. Probabilitățile parțiale se evaluează fie statistic, când se dispune de suficiente date, fie pe baza judecății ingineresti a mai multor experți.

În situația cedării unui iaz de decantare, pierderea rapidă și necontrolată a conținutului de nămol din iaz poate produce o serie de efecte, fiind incluse în analiza riscului cel puțin următoarele : Pierderi de Vieti Omenești (PVO); Pagube Materiale aduse Terților (PMT); Efecte asupra Mediului (EM); Pagube Materiale ale Deținătorului (PMD); Efecte Indirecte (EI).

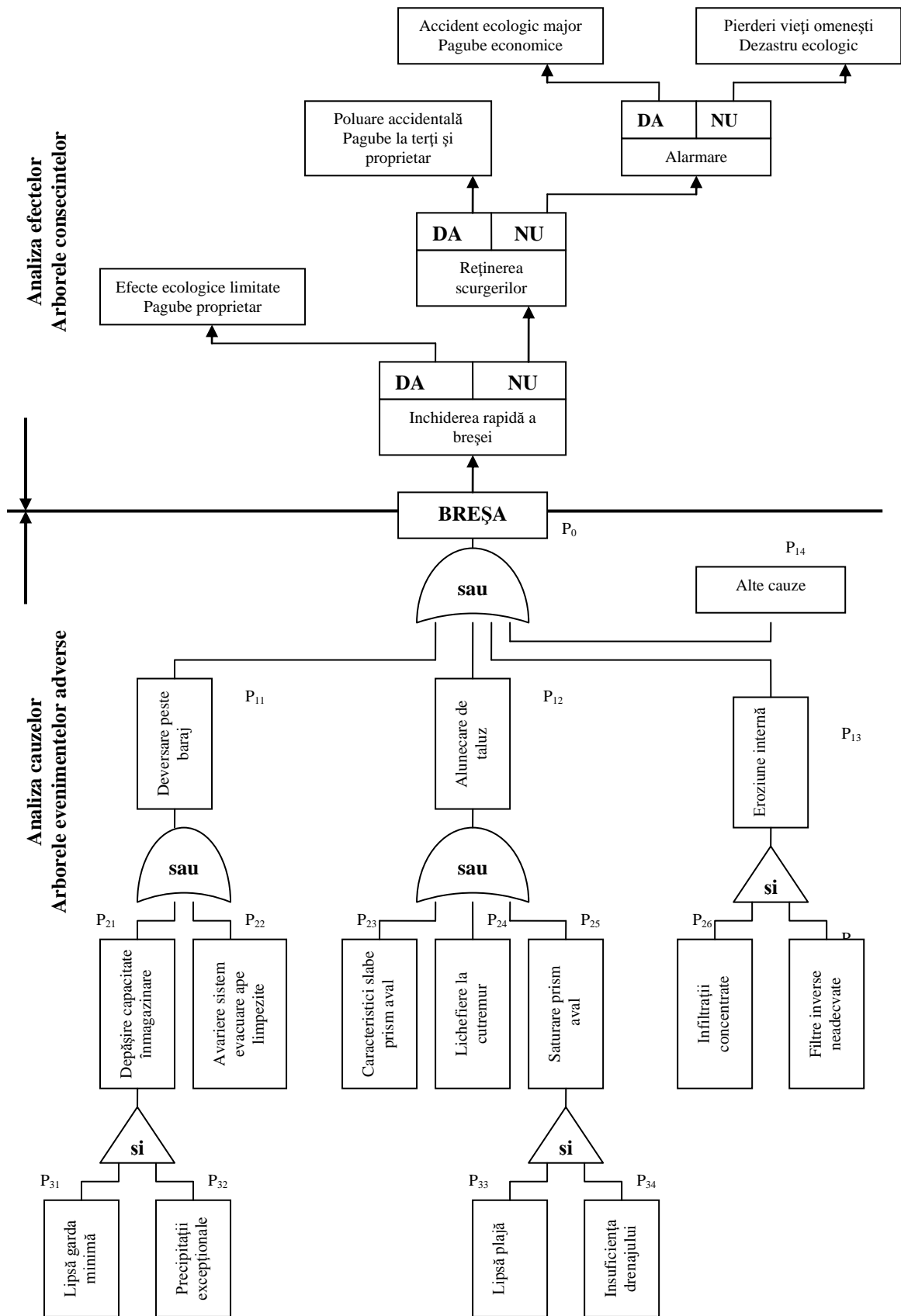


Fig.5.15.Arbori probabilistici pentru analiza riscului asociat unui iaz de decantare

$$P_0 = P_{11} + P_{12} + P_{13} + P_{14} ; P_{11} = P_{21} + P_{22} ; P_{12} = P_{23} + P_{24} + P_{25} ; P_{13} = P_{26} \cdot P_{27}$$

$$P_{21} = P_{31} \cdot P_{32} ; P_{25} = P_{33} \cdot P_{34}$$

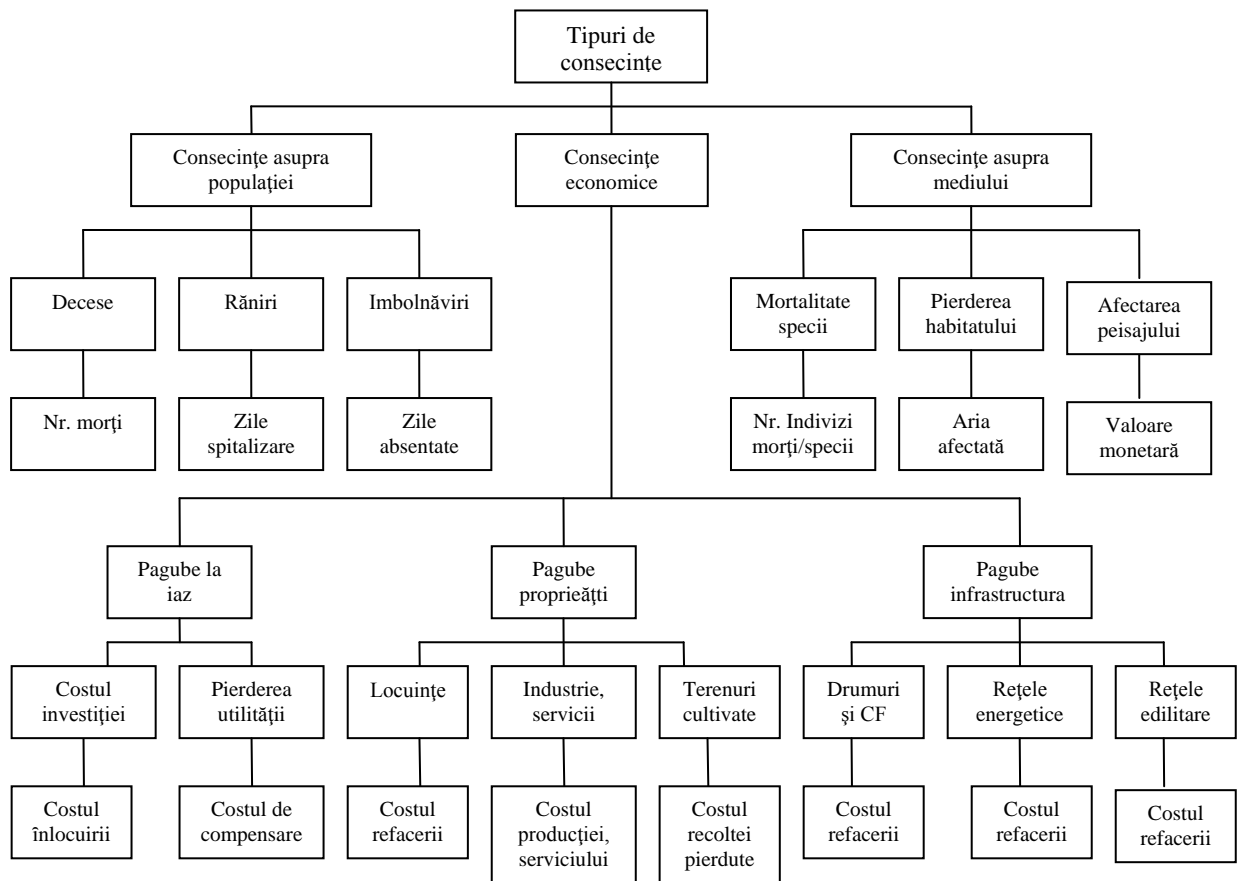


Fig. 5.21. Tipuri de consecințe și unități de cuantificare

Măsura globală a consecințelor ruperii se calculează cu relația (Stematiu, 2002):

$$C = \beta \cdot \sum_i CG_i \cdot P_{ei} \cdot \alpha_i, \quad (7.1)$$

CG_i - indicele de gravitate a categoriei de consecințe i ;

P_{ei} - probabilitatea de producere efectivă a categoriei de consecințe i ;

α_i - coeficient de corecție, eficacitatea măsurilor de limitare a efectelor potențiale pentru categoria de consecințe i ;

β - coeficient global de corecție, care ține seama de mecanismul și timpul de formare a breșei.

Evaluarea consecințelor se face în trei etape, corespunzătoare factorilor G_i , P_{ei} , α_i β .

Plaja de valori pentru indicele numeric de cuantificare C este foarte largă, ceea ce permite o diferențiere efectivă a consecințelor și deci o bună diferențiere a mărimii riscului pentru diversele iazuri de decantare inventariate.

CAP. 6. EVALUAREA RISCULUI ASOCIAT IAZURILOR DE DECATARE.

STUDIU DE CAZ : ROȘIA POIENI

6.1. Considerații privind evaluarea riscului

Analiza stării de siguranță și luarea deciziilor care pun problema siguranței unei construcții hidrotehnice (baraj, iaz de decantare) au la bază analiza și evaluarea riscului.

6.2. Studiu de caz : Iazul de decantare Valea Șesei

Iazul de decantare Valea Șesei aparține S.C. Cuprumin S.A. Abrud, cu obiect de activitate exploatarea și prelucrarea minereului sărac de cupru din cariera Roșia Poieni, cel mai mare zăcămint de cupru din sud-estul Europei. Este un iaz de vale, amplasat pe p. Valea Șesei, conform planului de încadrare în zona și a planului general de situație din Anexele 6.1 și 6.2. Secțiunea barajului se află la cca. 6 km amonte de confluența cu r. Arieș.

Iazul este în funcțiune și servește pentru depunerea hidraulică a sterilului de procesare rezultat din prelucrarea minereului în uzina de preparare Dealul Piciorului prin procedeul flotației. Caracteristicile tehnice principale ale iazului sunt prezentate în Tabelul 6.1.

Barajul de amorsare al Iazului Valea Șesei este realizat din anrocamente calcaroase. Soluția inițială de înălțare a iazului prevedea o treaptă din anrocamente de 20 m înălțime (680 mdM), iar în continuare supraînălțare înspre aval cu steril grosier obținut prin hidrociclonare. Din motive tehnologice barajul a fost supraînălțat din anrocamente, prin ridicare în amonte cu trepte succesive de 3 m înălțime fundate pe plaja de steril. Pe taluzul amonte barajul are prevăzută o mască drenantă. Anexa 6.3 prezintă o secțiune tip a corpului iazului de decantare. În anul 2011 coronamentul a atins cota de 695 mdM cu 5 trepte de înălțare.

Terenul de fundare al barajului, precum și cel de pe ampriza iazului este constituit mai ales din depozite cretacice (marnocalcaroase, grezoase și calcaroase), acoperite cu depozite aluvio-deluviale argiloase, cu permeabilitate redusă. Condițiile tehnice de fundare sunt asigurate. Versanții văilor nu prezintă fenomene de alunecări ale terenului.

Adiacent carierei de exploatare a minereului, sunt amplasate haldele de steril minier, două dintre ele (Geamana și Ciubar) pe versanții dinspre bazinul Văii Șesei. Datorită prezenței în materialul din halde a unei cantități însemnate de sulfuri, acestea se află într-un intens proces de lixifiere chimico-biologică, care determină acidifierea puternică a apelor (pH=1,9-3,5). Drenarea acestor ape se realizează în iazul de decantare, unde se află cantonate în permanență volume de ape acide ce se scurg spre sistemul de evacuare.

Depunerea sterilului în iaz se realizează alternativ în câteva puncte: preponderent pe coronamentul barajului și în alte puncte fixe de pe partea stângă a conturului iazului, pe v. Cărbunari și v. Geamana. Transportul hidraulic al sterilului se face gravitațional din uzina de preparare prin 2 fire de conductă metalică Dn600 mm, având o lungime de 8,7 km. Tulbureala de

steril pleacă din uzina de preparare cu un pH bazic, rezultat din procesul de preparare a minereului. Pentru a neutraliza parțial apele acide colectate în iaz de pe haldele de steril pH-ul turburelii este ridicat până la valoarea de 11. Depunerea sterilului în iaz se realizează astfel încât apele acide să fie izolate în coada iazului, iar scurgerea lor spre sondele inverse să se realizeze la debite cât mai mici.

Evacuarea apei limpezite din iaz se realizează printr-un sistem de trei linii independente de sonde inverse, care descarcă apa într-o galerie de evacuare betonată cu $D=3$ m. Prin aceeași galerie sunt dirijate și apele mari provenite din viiturile produse pe pâraiele afluențe în iaz. Sondele inverse sunt realizate în lungul conductei de evacuare situate pe versantul drept al iazului (PREMO Dn600 mm), înălțarea lor efectuându-se cu elemente de 0,6 m îmbinate cu flanșe, din fibra de sticlă, pentru a rezista mai bine atacului chimic al apelor acide.

Iazul tranzitează viiturile de pe cursurile de apă afluențe în el, neexistând galerie de deviere a apelor din bazinul hidrografic amonte. Viiturile se atenuază în iaz, iar sistemele de evacuare a apelor tehnologice și afluențe au fost calculate pentru a evacua viitura cu asigurarea de 0,1%.

Dupa fiecare supraînălțare a iazului s-au realizat expertize de stabilitate, iar în două etape 1999 și 2003 au fost efectuate și calcule de infiltrații.

Expertizele tehnice au indicat o bună stabilitate a conturului barat al iazului, datorată în primul rând caracteristicilor geotehnice bune ale acestuia, a pantelor corespunzătoare și poziției coborâte a curbei de depresie. Caracterul drenant al corpului barajului este un factor important în stabilitatea barajului, nu apar presiuni interstițiale și nici subpresiuni.

Stabilitatea terenului de fundare este asigurată, deși datorită dimensiunilor sale mari îl încarcă semnificativ. Pe versanții adiacenți iazului nu au fost observate fenomene de alunecare.

Nu au fost puse în evidență deplasări sistematice ale corpului iazului sau elementelor lui.

S-au realizat foraje hidrogeotehnice în plaja de steril până la cca. 10 m adâncime. Nivelul hidrostatic nu a fost interceptat și s-a estimat la cca. 15-20 m. Pe verticală, pe o înălțime de 1-2 m de la suprafața plajei exista o zonă umedă, dar sterilul în adâncime este consolidat și tasat.

Deși iazul cantonează un volum important de ape acide, acestea nu au atins barajul de contur, iar deversarea pe coronament a turburelii sterile alcaline ($pH=10-12$) este o condiție benefică. Apa acidă este cantonată în zona de coadă a iazului, iar în condițiile speciale de efectuare a depunerilor se realizează un batardou din steril în calea evacuării directe a acesteia.

Iazul de decantare Valea Șesei are program de urmărire specială a comportării în timp, care se realizează pe baza unui proiect de urmărire specială. Sistemul de UCC este organizat pe trei niveluri, după cum urmează:

- nivelul I- inspecții vizuale, măsurători ale nivelului piezometric, măsurători la mirele hidrometrice și bornele topometrice, interpretarea primară a rezultatelor; se realizează de către personalul propriu ;

- nivelul II-sinteza periodică a observațiilor, măsurătorilor, inspecțiilor tehnice și interpretarea lor din punct de vedere al siguranței iazului; realizată de proiectantul lucrării și/ sau experți;

- nivelul III- analiza și avizarea rapoartelor de sinteză anuale, se realizează de comisia UCC

organizată de către deținător, a cărei competență este avizată de ministerul de resort (COSIDIM).

Activitatea curentă de evaluare a siguranței în funcționare a iazului are la baza observațiile și măsurătorile efectuate în cadrul UCC de către personalul propriu de exploatare și se prezintă semestrial în cadrul unității, iar anual un raport de sinteză pentru analiză se avizează în cadrul COSIDIM. Din 3 în 3 ani se realizează evaluarea stării de siguranță a iazului, care este înaintată spre avizare la CONSIB. Iazul are autorizație de funcționare în condiții de siguranță valabilă.

6.3. Analiza riscului asociat iazului de decantare Valea Șesei

Abordarea indirectă prin încadrarea în categorii de importanță

Incadrarea iazurilor în categorii de importanță are la bază cuantificarea empirică a riscului, utilizându-se un sistem de indici proporționali cu riscul. Clasificarea iazurilor de decantare în categorii de importanță are la bază riscul, se exprimă printr-un indice de risc asociat RB.

Indicele de risc asociat se determină pe baza relației generale a ratei riscului:

$$RB = PC \cdot CA \quad (6.1)$$

unde : PC – probabilitatea anuală de rupere; CA – consecințele ruperii

$$\text{Probabilitatea anuală de rupere : } PC = \frac{1}{(\alpha \cdot BA + \beta \cdot CB)} \quad (6.2)$$

Consecințele unei potențiale ruperi- cuantificate prin indicele CA, care se determină pe baza punctelor alocate unor criterii parțiale ce permit o apreciere e efectelor ruperii conturului barat.

$$RB = \frac{CA}{(\alpha \cdot BA + \beta \cdot CB)} \quad (6.3)$$

Pentru Iazul de decantare Valea Șesei, calculul indicelui de risc asociat ia următoarele valori :

$\alpha = 0,8$; $\beta = 1$; $BA = 59$; $CB = 72$; $CA = 74$

$RB = 0,62$ - iaz de importanță deosebită (categoria B)

Cuantificarea riscului prin indici și ponderi

Considerațiile privind riscul și măsurile luate pentru diminuarea acestuia sunt cuprinse într-un studiu de risc în care se determină în prima fază indicele de risc pe activități și componente

ale iazului. Se identifică acele componente care au implicații în declanșarea unor mecanisme de cedare și măsura în care avarierea sau neîncadrarea în specificațiile tehnice date ale fiecăreia poate contribui la ruperea iazului, exprimată printr-un indice de gravitate IG.

$$IG = CM \cdot PC \cdot DC \quad (6.4)$$

unde: CM - indice care exprimă ponderea defectării componentei în declanșarea ruperii ;

PC - indice care exprima probabilitatea de defectare a componentei;

DC- indice care exprima măsura în care defectarea componentei poate fi detectată în avans.

CM=5 – defectarea componentei are un efect foarte important în declanșarea unui mecanism de cedare , (CM=4...1- important, moderat, scăzut, nesemnificativ) ;

PC=5 – defectarea componentei (sau abaterea de la condițiile de siguranță) este foarte probabilă, (PC=4...1- probabilă, puțin probabilă, foarte puțin probabilă, improbabilă) ;

DC=5 – defectarea componentei este foarte greu de detectat în avans, (DC=4...1- greu, moderat, ușor, foarte ușor)

Nr. crt.	Componenta	CM	PC	DC	IG	Ierarhizare
1	Corp baraj (acțiune ape acide)	5	3	5	75	I
2	Galeria de evacuare (acțiune ape acide)	5	3	4	60	II
3	Alunecare halde amonte – undă viitură	5	2	5	50	III
4	Capacitate de stocare – deversare baraj	4	5	2	40	V
5	Surpare galerie evacuare – fără evacuare	5	1	5	25	VI
6	Avariere sonde inverse – evacuare dim.	3	5	3	45	IV
7	Diguri de supraînălțare - stabilitate	3	3	2	18	VII

Tabelul 6.2. Tabel de determinare a indicelui de gravitate a consecințelor

Evaluarea indicilor de gravitate permite ierarhizarea riscului asociat componentelor identificate, în scopul stabilirii priorităților lucrărilor și măsurilor necesare, atât de intervenție cât și pentru suplimentarea sistemului UCC.

Din analiza prezentată este relevant faptul că riscurile cele mai mari le prezintă acțiunea apelor acide asupra barajului și galeriei de evacuare a apelor în aval, ceea ce impune măsuri de neutralizare a apelor acide care se drenează în iaz de pe haldele de steril.

Cuantificarea riscului pe baza aborilor evenimentelor

Analiza cauzelor formării breșei și identificarea mecanismelor de cedare se prezintă în figurile următoare. Arborii evenimentelor adverse prezintă evenimentele primare identificate, cu probabilitatea anuală determinată pe baza următorului tabel de conversie a judecății ingineresti:

Nr. crt.	Probabilitate anuală	Descriere	Exemple echivalente	PC
1	$< 10^{-6}$	Aproape imposibil	Deces provocat de căderea unui meteorit	1
2	$10^{-4} \dots 10^{-6}$	Foarte puțin posibil	Deces provocat de incidenta directă a unui fulger	2
3	$10^{-2} \dots 10^{-4}$	Este posibil	Deces datorită imbolnăvirii de cancer	3
4	$10^{-1} \dots 10^{-2}$	Se va întâmpla	Deces prin accident de circulație	4
5	$> 10^{-1}$	Se întâmpla adesea	Accident curent de circulație	5

Tabelul 6.3. Tabel de conversie a judecății ingineresti în probabilități anuale
(Mc Leods&Plewes, 1999)

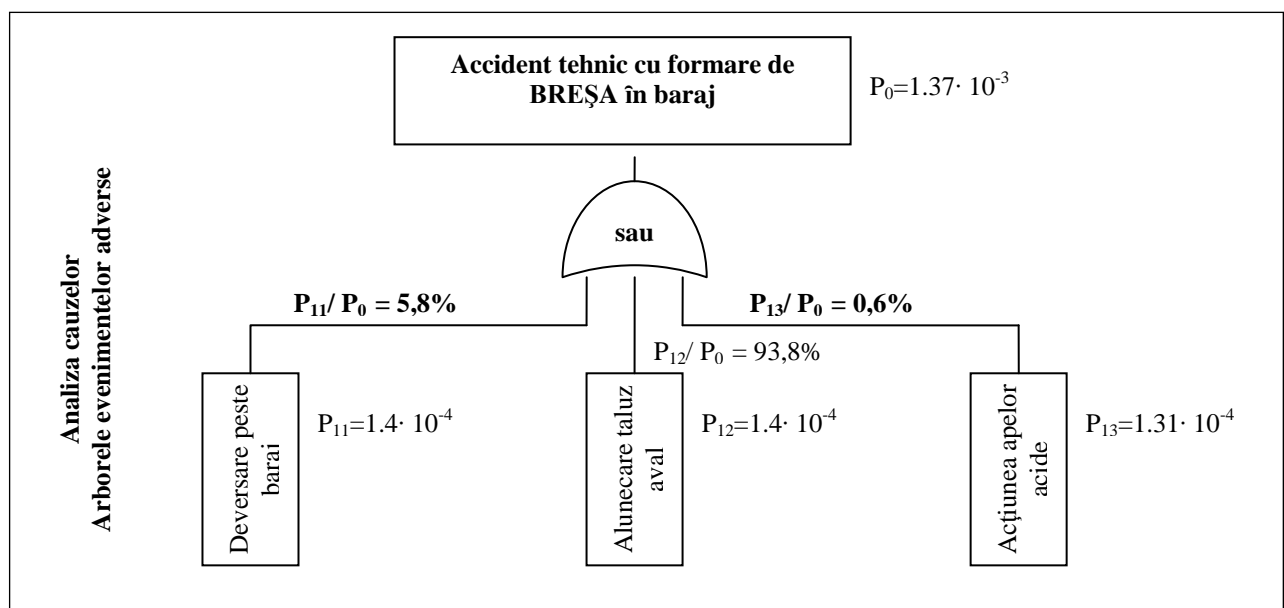
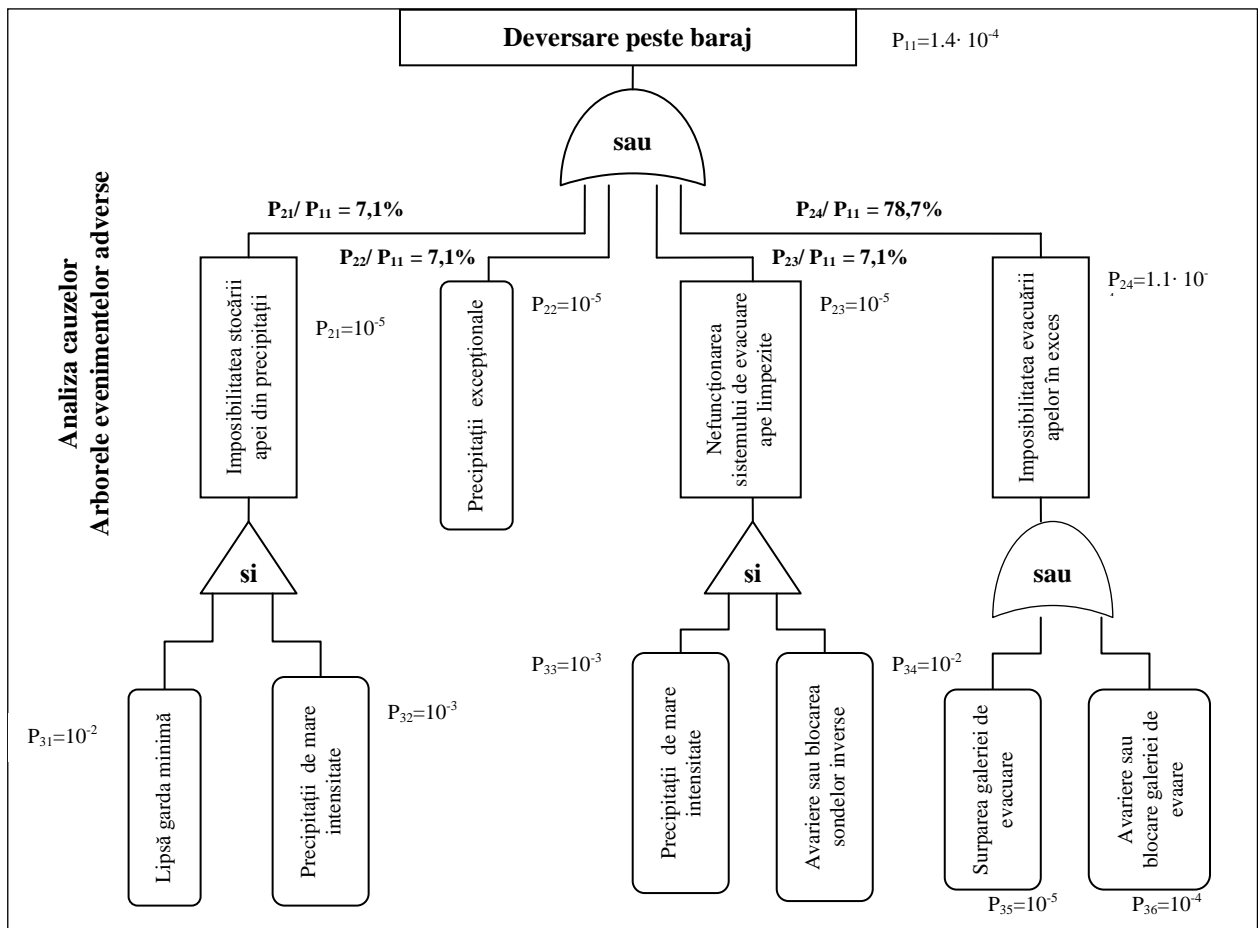
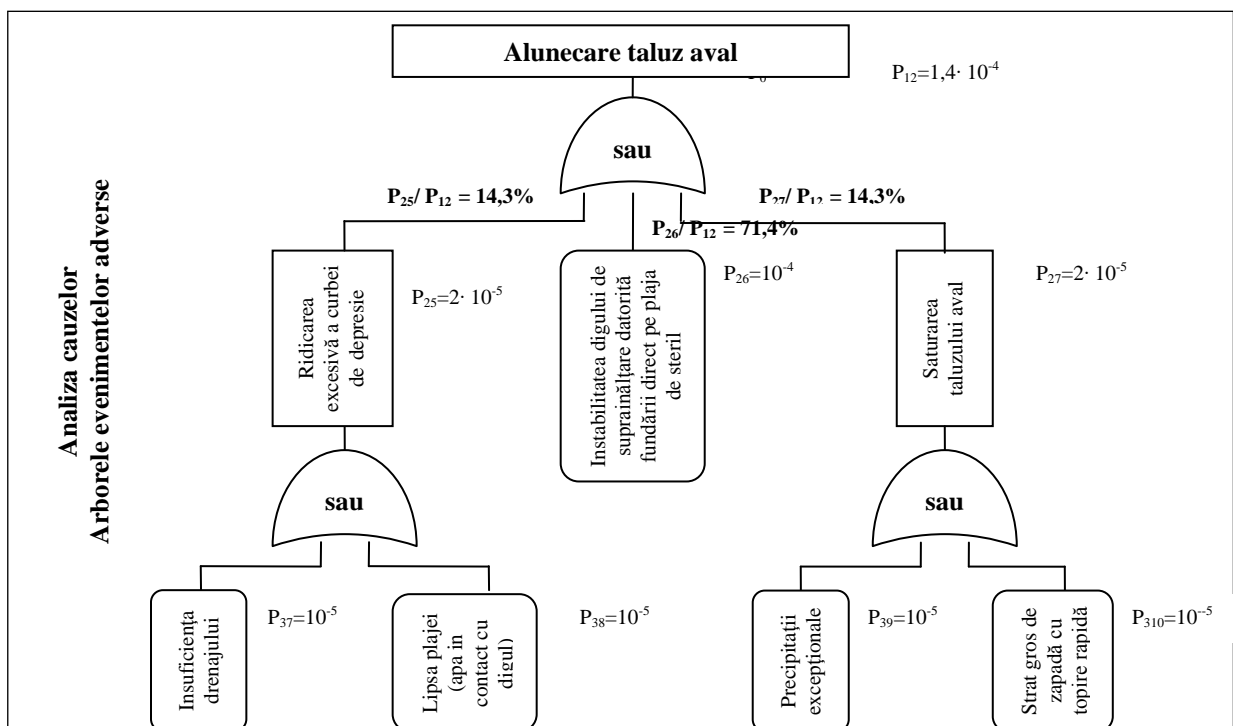


Fig. 6.1. Identificarea mecanismelor de formare a breșei în baraj



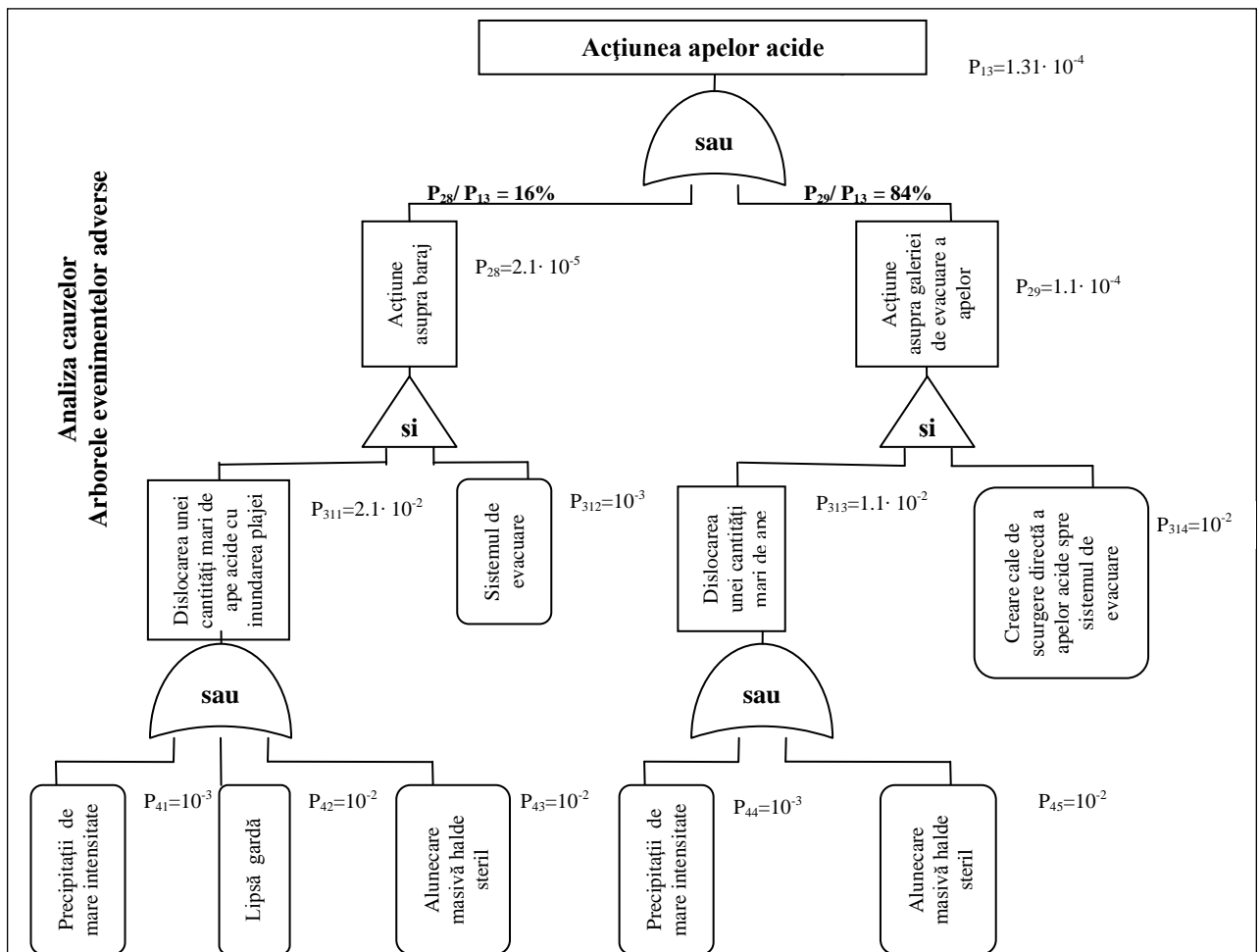
$$P_{11} = P_{21} + P_{22} + P_{23} + P_{24} ; \quad P_{21} = P_{31} \cdot P_{32} ; P_{23} = P_{33} \cdot P_{34} ; P_{24} = P_{35} + P_{36}$$

Fig. 6.2. Arborele evenimentelor adverse pentru deversarea apei peste baraj



$$P_{12} = P_{25} + P_{26} + P_{27} ; \quad P_{25} = P_{37} + P_{38} ; P_{27} = P_{39} + P_{310}$$

Fig. 6.3. Arborele evenimentelor adverse pentru alunecare taluz aval



Evaluarea consecințelor unei eventuale ruperi a iazului se poate realiza prin cuantificare globală, prin care se realizează aprecierea globală a amplitudinii și gravității consecințelor, determinându-se un indice proporțional cu consecințele.

Categoriile de consecințe care pot avea loc datorită pierderii rapide a conținutului iazului ca urmare a ruperii acestuia și măsura globală a consecințelor sunt prezentate în paragraful 5.6.

$$C = \beta \cdot \sum_i CG_i \cdot P_{ei} \cdot \alpha_i, \quad (\text{Stematiu, 2001}) \quad (6.5)$$

Parametrii relației, pentru cazul Iazului Valea Șesei sunt cuprinși în Tabelul 6.5.

Evaluarea consecințelor conform relației anterioare se face în trei etape, corespunzătoare factorilor implicați (CG_i , P_{ei} , α_i și respectiv β), aprecierea globală a amplitudinii și gravității consecințelor realizându-se prin atribuirea unei valori pe o scară cu 5 trepte.

Etapa I - atribuirea unui indice numeric CG_i care apreciază gravitatea consecințelor în raport cu populația expusă riscului, cu starea economică din zona potențial afectată și cu societatea civilă.

Categoria de consecințe	$i = 1$	$i = 2$	$i = 3$	$i = 4$	$i = 5$
	PVO	PMT	EM	PMD	EI
CG_i	10^5	10^3	10^3	10^2	10^3

Tabelul 6.4. Indicele CG - gravitatea consecințelor

Etapa II - aprecierea probabilității P_{ei} ca aceste consecințe să se producă efectiv, ținând seama de zona potențial afectată de unda de rupere și de situația din zonă.

La stabilirea probabilităților se face apel la tabelul de conversie din Tabelul 6.3, care prezintă echivalențe ale unor păreri formulate ca judecăți ingineresti.

Dacă sunt luate măsuri de limitare sau atenuare a efectelor ruperii iazului, prin planurile de avertizare-alarmare pentru populație și prin măsuri pre și post-avarie atunci pentru fiecare categorie de consecințe eficacitatea acestor măsuri este apreciată printr-un coeficient numeric subunitar, α , cu valori între 0 și 1. Val. 2 este calculată pentru cazul luării acestor măsuri.

Etapa III – corectarea cuantificării globale cu un coeficient numeric subunitar β , care reflectă viteza de dezvoltare a breșei. Coeficientul β ia valori între 0,1 și 1. Pentru Iazul Valea Șesei a fost aleasă o valoare scăzută deoarece în acest caz mecanismul de formare a breșei este încet și acționează în timp mai îndelungat, iar dezvoltarea breșei se produce lent și limitat.

Tabelul 6.5 prezintă elementele de calcul ale măsurii consecințelor ruperii iazului în două variante privind eficacitatea măsurilor de prevenire și intervenție.

Nr. crt.	Categoria de consecințe	CG	P_e	α		β
				Var.1	Var.2	
1	PVO	10^5	10^{-2}	0,5	0,1	0,2
2	PMT	10^3	$5 \cdot 10^{-2}$	0,5	0,3	
3	EM	10^3	10^{-1}	0,5	0,2	
4	PMD	10^2	10^{-1}	0,2	0,2	
5	EI	10^3	10^{-2}	0,8	0,5	

Tabel 6.5 Tabelul elementelor indicelui consecințelor

$$C1 = 117 \quad ; \quad C2 = 28,4$$

Prin măsuri preventive și de intervenție se pot diminua consecințele ruperii barajului de cca. 5 ori.

Măsurile vizează următoarele acțiuni : instruirea populației pentru avertizare alarmare, realizarea efectivă a avertizării-alarmării și evacuării populației din zona afectată, luarea unor măsuri pentru ca unda de viitură (apa și steril) să fie atenuată cât mai aproape de baraj, prin realizarea unor baraje de avarie, avertizarea utilizatorilor de apă din aval, schimbarea deversării turburelii în iazul de avarie până la închiderea breșei și remedieri.

6.4. Comentarii

Analiza de risc în cazul Iazului de decantare Valea Șesei pune în evidență trei mecanisme de cedare, indicând ca posibilă formarea unei breșe în barajul de reținere a sterilului. Din structura arborilor probabilistici ai evenimentelor se determină și căile de reducere a probabilităților anuale de avarie, acestea constituind chiar baza eficienței managementului iazului de decantare.

Astfel pentru reducerea riscului deversării peste baraj se impun următoarele căi de reducere :

- menținerea unei gârzi minime în iaz (min. 3,5 m);
- menținerea în funcțiune a sistemului de evacuare a apelor;
- realizarea unui sistem de rezervă pentru descărcarea apelor în cazul blocării sistemelor existente de evacuare.

În vederea diminuării riscului de alunecare a taluzului aval se pot lua măsuri de:

- realizare a drenării corespunzătoare a apelor din corpul barajului și digurilor;
- menținerea plajei desecate în zona barajului;
- asigurarea stabilității digurilor de supraînălțare fundate pe plaja de steril;
- execuție a digurilor de supraînălțare din material inert, nealterabil.

Referitor la acțiunea apelor acide se impune luarea următoarelor măsuri :

- sistematizarea haldelor de steril minier depozitate în amonte de iaz;

- izolarea volumelor de ape acide în coada iazului de decantare pentru a împiedica contactul direct cu materialele din corpul iazului și sistemului de evacuare a apelor;
- menținerea în funcțiune la capacitate a sistemului de evacuare a apelor din iaz;
- funcționarea permanentă a unității pentru a se asigura aportul de turbureala alcalină.

Totodata este importantă respectarea măsurilor de reducere a pagubelor care se pot produce în cazul unui accident sau avarii și care derivă din analiza consecințelor, prezentată anterior.

Cele mai importante măsuri trebuie monitorizate prin sistemul de urmărire a comportării în timp și se referă atât la infrastructura cât și la funcționarea acestui sistem.

Tabelul 6.4 și graficele din Anexele 6.6-6.9 ale tezei prezintă caracteristici de cantitate și calitate ale apelor evacuate din iaz pe perioada 1993 – 2011. Incepuând cu anul 1995 apele evacuate din iaz au început să se deterioreze calitativ, prin scăderea pH-ului și creșterea concentrației metalelor grele (cupru și fier). Calitatea apelor evacuate din iaz a afectat atât emisarul direct (p. Valea Șesei) cât și r. Arieș în aval de confluența cu acesta. Datorită evenimentelor din perioada respectivă, autoritățile de gospodărire a apelor și protecția mediului au impus agentului economic deținător al iazului de decantare intensificarea acțiunilor de monitorizare precum și îmbunătățirea condițiilor de exploatare a iazului în vederea izolării apelor acide de sistemul de evacuare. Acesta a crescut cantitatea de soluție de lapte de var, cu pH puternic alcalin, în turbureala sterilă depusă în iaz, iar în perioada de inactivitate a uzinei de procesare sau de precipitații semnificative căzute în zona iazului a introdus soluția alcalină direct în apele iazului. În perioada 2002-2011 indicatorii de calitate s-au îmbunătățit, impactul apelor evacuate din iaz asupra emisarilor fiind tot mai diminuat, poluările accidentale semnificative fiind mult mai rare. De asemenea capacitatea de tamponare a apelor r. Arieș a crescut, dispărând poluarea remanentă existentă în perioada anterioară. S-a putut deduce din aceasta că una din măsurile indispensabile pentru siguranța iazului este funcționarea continuă a agentului economic care să asigure exploatarea corespunzătoare a acestuia. Incidentele produse au avut o amploare redusă și nu au pus în pericol siguranța iazului de decantare.

CAP. 7. CONCLUZII

7.1. Concluzii generale ale lucrării

Prezenta lucrare este dedicată interesului din ce în ce mai crescut a impactului posibil asupra mediului și societății al amenajărilor cu utilitate industrială, respectiv managementul riscului asociat iazurilor de decantare.

După trecerea în revistă a cunoștințelor despre risc, cu particularizare la iazurile de decantare, privind componentele, tolerabilitatea și managementul acestuia, a analizei abordărilor privind evaluarea siguranței iazurilor de decantare și sistemul de management al iazurilor de

decantare în general, este prezentat studiul de caz al celui mai mare iaz de decantare din țară, Iazul Valea Șesei, aparținând exploatării miniere a cuprului Roșia Poieni.

Analiza de risc a iazului Valea Șesei a fost efectuată în mai multe variante, punându-se în evidență mecanismele de cedare, indicând ca posibilă formarea unei breșe în barajul de reținere a sterilului.

Lucrarea prezintă căile de reducere a riscului pentru fiecare din cele trei mecanisme identificate. Cele mai importante măsuri trebuie monitorizate prin sistemul UCC, și se referă atât la infrastructura cât și la funcționarea acestui sistem. Totodată rezultă importanța măsurilor de reducere a pagubelor care se pot produce în cazul unui accident sau avarie.

7.2. Contribuții personale

1. Evidențierea oportunității și utilității temei de doctorat, precizându-se obiectivul principal al lucrării ca fiind prezentarea căilor și modurilor de abordare a riscului prin componentele sale importante, respectiv analiza și controlul riscului;

2. Realizarea unei sinteze privind caracterizarea iazurilor de decantare realizate până în prezent în România;

3. Analiza stadiului actual privind reglementările, siguranța și riscul iazurilor de decantare în România;

4. Realizarea unui studiu privind stadiul cunoștințelor despre riscul asociat iazurilor de decantare, care să permită înțelegerea necesității analizei de risc și a unui management al riscului iazurilor de decantare la nivelul agenților economici care administrează astfel de amenajări;

5. Cercetarea teoretică a riscului referitor la componente, tolerabilitate, management, care permite stabilirea unor metode de analiză pentru cuantificarea riscului;

6. Cercetarea teoretică a abordărilor privind evaluarea siguranței iazurilor pe baza principiilor generale de evaluare a riscului, cu dezvoltarea cuantificării prin metode statistice sau probabilistice;

7. Realizarea unei situații sintetice referitoare la caracteristicilor constructive, tehnologice, structurale, care determină starea tehnică, funcțională și de siguranța a Iazului de decantare Valea Șesei, obiectul studiului de caz Roșia Poieni;

8. Stabilirea unei metodici corespunzătoare pentru abordarea analizei de risc a iazului Valea Șesei, în scopul determinării celor mai importante elemente care să caracterizeze siguranța acestuia.

9. Analiza principalului scenariu de cedare a iazului cu stabilirea mecanismelor de cedare corespunzătoare și a consecințelor acestuia .

10. Stabilirea măsurilor de reducere a riscurilor pentru fiecare mecanism de cedare identificat și de diminuare a consecințelor unor posibile avarii, cu includerea lor în sistemul de urmărire a comportării în timp și al managementului siguranței iazului de decantare.

7.3. Direcții viitoare de cercetare

- Continuarea cercetărilor în vederea creării unei baze de date care să servească drept punct de pornire în elaborarea unui program de monitorizare complexă a iazurilor de decantare aflate în toate stadiile de funcționare;
- Studiarea posibilităților de realizare a unui sistem de management al iazurilor de decantare specific activității economice în care funcționează, integrat unui sistem de management al siguranței, caracteristic fiecărui stadiu de funcționare a acestora;
- Cercetare privind posibilitatea atacului chimic al apelor acide asupra materialelor din corpul iazului de decantare Valea Șesei și impactul apelor acide asupra materialelor din iaz (anrocamente calcaroase din barajul de amorsare, deșeu de carieră din digurile de supraînălțare și stratul drenant);
- Studiarea efectelor în aval a undei de rupere a iazului cu stabilirea unui sistem de avertizare-alarmare pentru situații de urgență extreme.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Ang, Alfredo H-S., Tang, Wilson H. – Probability concepts in Engineering Planning and Design, vol. II- Decision, risk, and reliability, Editura John Wiley & Sons, 1984.
- [2] Bowles, David S., Asce, F., Anderson, Loren R., Asce, M., Glover, Terry F. – Risk Assessment Approach to Dam Safety Criteria, Uncertainty in the geologic environment- Proceedings of uncertainty 1996, vol. I, ASCE, 1996.
- [3] Florea, N. M. – Stabilitatea iazurilor de decantare, Ed. Tehnică, 1996.
- [4] Harrald, John R., Renda-Tanali, Irmak, Shaw, Greg L., Rubin, Claire B., Yeletaysi, Sarp - Review of risk based prioritization/decision making methodologies for dams, George Washington University, Institute for Crisis, Disaster, and Risk Management, USACE Report, 2004.
- [5] Penman, D.M, Charles, J.A., McLeod, H.N. – Risk assessment and the safety of tailings dams and waste impoundments, 20th ICOLD Congress Q76, R8, Beijing, 2000.
- [6] Pietraru, J. – Halde pentru depozitarea șlamurilor, cenușilor, zgurilor, sterilelor și deșeurilor menajere, Ed. Tehnică, 1982.
- [7] Pohl, W. – Rapid risk assessment of selected TMF belonging to Santimbru, Balan, Baia Borsa, Baia de Aries Mines, Romania, Geoconsult ZT Report, 2004.
- [8] Stematiu, D. – Dam safety management, Ed. Conpress, Bucuresti, 2009.
- [9] Stematiu, D. – Iazuri de decantare, Managementul riscului, Ed. Matrix Rom, București, 2002.

- [10]Stematiu, D. Ionescu St., Abdulamit A. – Siguranța barajelor și managementul riscului, Ed. Conpress, 2010.
- [11]Stematiu D., Brauns, J. – Safety evaluation of Aurul Tailing Pond following the remedial measures after the january 2000 accident, Montreal, 2002.
- [12]Steven G. Vick, Stewart, R.A. – Risk Analysis in Dam Safety Practice, Uncertainty in the geologic environment- Proceedings of uncertainty 1996, vol. I, ASCE, 1996.
- [13]Von Thun, Lawrence J., Risk assessment of Nambe Falls Dam, Uncertainty in the geologic environment- Proceedings of uncertainty 1996, vol. I, ASCE, 1996.
- [14]ATV-DVWK – Rules & Standards, Basic information on investigation and Remediation of Settling Ponds, Germany, 2001.
- [15]ICOLD – Increasing tailings dam safety, critical aspects of management, design and operation. Sept. 2004.
- [16]MAC – A guide to the Management of Tailings Facilities, Ottawa, 1998.
- [17]Ordinul comun nr. 103/10.04.2002 al M.I.R., nr. 705/23.08.2008 al M.A.P.M. și nr. 1292/11.09.2002 al M.L.P.T.L. – Norme pentru proiectarea, execuția și exploatarea iazurilor de decantare din industria minieră.
- [18]Legea 466/2001 pentru modificarea și aprobarea Ordonanței de Urgență 244/2000 privind Siguranța barajelor.
- [19]Ordinele comune ale M.A.P.M. și M.L.P.T.L. care aprobă un set cadru de norme tehnice (NTLH) privind diferite aspecte ale siguranței barajelor.
- [20]P 130 aprobat prin Ord. 109/N/1997 al M.L.P.A.T. - Normativ pentru urmărirea comportării în timp a construcțiilor.
- [21]NP 078/2003 – Normativ pentru urmărirea construcțiilor hidrotehnice.