

Contractor: Institutul National de Cercetare-Dezvoltare pentru Metale si Resurse Radioactive -
ICPMRR Bucuresti
Cof fiscal: 15576142

RAPORTUL DE FINALIZARE AL PROIECTULUI

- date privind finalizarea proiectului -

DENUMIRE PROIECT: INFLUENȚA FENOMENELOR GENERATOARE DE RISC ASUPRA EVOLUTIEI STABILITĂȚII BARAJELOR IAZURILOR DE DECANTARE DIN INDUSTRIA MINIERĂ

OBIECTIV: Proiectul are drept scop dezvoltarea unor metodologii de modelare clasică, dar și probabilistică a stabilității barajelor iazurilor de decantare miniere afectate de diverse fenomene declanșatoare de risc, precum: fenomenele de eroziune internă în corpul depozitului, acțiunile seismice la magnitudinea maximă a zonei, fenomene de lichefiere ce pot apărea în materialul din corpul barajului, fenomene de alunecare.

DATE DE IDENTIFICARE CONTRACTOR

- **Nr. contract / cod proiect:** 39N/16.03.2018/PN 18 27 02 01

- **Perioada de implementare a proiectului:**

- **data începerii** martie 2018

- **data finalizarii:** octombrie 2018

- **valoare totală a proiectului:** 282.624 lei

CONȚINUT TEMATIC:

Faza 1: Descriere generală a iazurilor de decantare din industria minieră. Metodele de achiziție, prelucrare și corelare a parametrilor utilizați la modelarea stabilității iazului de decantare ales ca studiu de caz.

Obiectivul fazei este acela de a întocmi o clasificare a tipurilor de iazuri existente în industria minieră (cu principalele lor caracteristici: elemente constructive, fenomene generatoare de risc ce le pot afecta, etape de existență etc) și o centralizare a metodelor de achiziție a parametrilor geo-mecanici ce vor fi ulterior utilizați la calculele de stabilitate ce vor întocmi sistemul integrat de modelare a fenomenelor generatoare de risc pentru studiul de caz ales.

Rezumat: Prima fază debutează cu descrierea iazurilor de decantare din industria minieră (cu principalele clasificări, principalele elemente constructive, principalele etape de existență, principalele fenomene generatoare de risc ce le pot afecta), iar apoi continuă cu clasificarea

incidentelor în care sunt implicate iazurile raportate la aceste fenomene și descrierea efectelor negative generate de aceste iazuri asupra mediului înconjurător; precum și descrierea metodelor de achiziție, prelucrare și corelare a parametrilor utilizați la modelarea stabilității iazului de decantare ales ca studiu de caz, în funcție de cele două tipuri de investigare: directă și indirectă.

Metodele geofizice cel mai des folosite la investigarea geofizică a barajelor iazurilor de decantare și a haldelor de steril din industria minieră sunt metodele de rezistivitate electrică.

Date importante pot fi achiziționate, în plus față de parametrii obținuți prin metode directe și indirecte de investigare, din rețelele de monitorizare ale iazurilor de decantare.

În faza de post închidere, frecvența anumitor activități de monitorizare ar putea fi redusă, în urma unei evaluări riguroase a situației geotehnice și a analizei de către experți independenți a stabilității barajului.

Datele obținute vor fi înregistrate, stocate în formă electronică și păstrate ca referință într-o bază de date structurată.

Faza 2: Principalele metode de calcul a stabilității utilizate pentru studiul de caz ales; integrarea metodelor probabilistice în cadrul metodelor deterministe de evaluare a stabilității.

Obiectivul fazei este de a prezenta aspectele teoretice privind metodele de calcul ale stabilității pentru iazul ales ca studiu de caz: metode analitice (metoda generalizată a echilibrului limită, metoda Morgenstern - Price, metoda Spencer, metoda Bishop simplificată, metoda Janbu simplificată și generalizată, metodele echilibrului forțelor), metode numerice (metoda elementului finit) și metode probabilistice (metoda estimării punctuale, metoda Monte Carlo).

Rezumat: Ce-a de-a doua fază descrie metodele deterministe de calcul a stabilității iazurilor de decantare din industria minieră – metodele analitice și metodele numerice (tipuri, principii de calcul, modele constitutive) și metodele probabilistice de calcul a stabilității iazurilor de decantare din industria minieră (principii de calcul). În a doua parte, se descrie integrarea metodelor probabilistice de calcul în cadrul metodelor deterministe de evaluare a stabilității; precum și avantajele utilizării metodelor probabilistice, în scopul întocmirii unui sistem realizat prin interconectarea rezultatelor obținute prin metodele deterministe cu cele rezultate prin modelările probabilistice și utilizarea informațiilor astfel obținute în scopul monitorizării fenomenelor generatoare de risc.

Deși metodele analitice și numerice, surprind complet și corect gama de mecanisme de cedare probabile, rezultând un calcul al probabilității de cedare cuprinzător și factori de stabilitate ce oglindesc realitatea geo-mecanică, metodele probabilistice promovează o mai bună înțelegere a problemelor (deoarece iau în calcul incertitudinea, anizotropia și variabilitatea proprietăților rocilor), ducând la decizii de monitorizare și măsuri de stabilizare îmbunătățite față de metodele deterministe. Abordarea probabilistică va aduce noi informații: privind lungimile piezometrelor existente în actuala rețea de monitorizate, privind zonele susceptibile la lichefiere etc.

Atât simularea Monte Carlo, cât și metoda estimării punctuale sunt ușor de implementat și ușor de aplicat la orice algoritm și au o acuratețe crescută. Datorită incertitudinii întâlnită atât de des în mediul înconjurător și implicit în cel geologic, analizele statistice au devenit parte integrantă a ingineriei rocilor.

Aplicarea metodelor probabilistice la calculul stabilității este utilizată de câțiva ani cu succes peste granițele țării, însă nu și pe plan național.

Această abordare a apărut din necesitatea de a lua în considerare parametri pe care abordarea deterministă nu îi putea gestiona și lua în calcul, de a cunoaște în detaliu și cu o mai mare precizie comportamentul parametrilor fizico-mecanici ai materialului steril și a problemelor de stabilitate structurală ce pot apărea în corpul iazului.

Așadar, rezultatele obținute prin această nouă abordare confirmă rezultatele obținute prin metode deterministe, însă aduc și un plus de informații privind parametrii ce caracterizează fenomenele ce pot afecta stabilitatea unui iaz (fenomene de alunecare, sufoziune, lichefiere), informații utilizate la

implementarea unor sisteme de atenționare și alarmare fiabile și la elaborarea unor măsuri de stabilizare sustenabile.

Faza 3: Studiu de caz – Presentare, investigații de teren și metodologia de modelare deterministă/probabilistică a stabilității barajului iazului de decantare luând în considerație influența fenomenelor generatoare de risc.

Obiectivul fazei este de a prezenta caracteristicile geomorfologice, geologice, hidrologice, hidrogeologice, climatice și seismice ale amplasamentului iazului de decantare ales ca studiu de caz, precum și caracteristicile generale ale iazului și un scurt istoric a activității de explorare, exploatare și închidere a acestuia. De asemenea, sunt prezentate detaliat investigațiile directe și indirecte realizate pe iazul Tărnicioara, în vederea obținerii datelor necesare modelării stabilității taluzului iazului (investigații geotehnice, analize in situ și de laborator, investigații de tomografie electrică, extragerea de date din rețeaua de piezometre și înclinometre), iar la final, faza se încheie cu prezentarea schemei sistemului integrat de modelare a principalelor fenomenelor generatoare de risc (metodologia de modelare deterministă / probabilistică a stabilității barajului iazului de decantare).

Rezumat: Faza debutează cu prezentarea caracteristicilor geomorfologice, geologice, hidrologice, hidrogeologice, climatice și seismice ale amplasamentului iazului de decantare ales ca studiu de caz; cu prezentarea caracteristicilor generale ale iazului și a unui scurt istoric a activității de explorare, exploatare și închidere a acestuia; continuă cu descrierea și detalierea investigațiilor directe și indirecte realizate pe iazul Tărnicioara (investigații geotehnice, analize in situ și de laborator, investigații de tomografie electrică, extragerea de date din rețeaua de piezometre și înclinometre); precum și cu prezentarea succintă a metodologiei de modelare deterministă / probabilistică a stabilității barajului iazului de decantare.

Sistemul integrat de modelare propus este alcătuit din două categorii de abordări, categoria metodelor deterministe și categoria metodelor probabilistice, amândouă coroborate cu date din rețeaua piezometrică și de înclinometre. În primă etapă, abordarea deterministă ne-a oferit informații privind stabilitatea la alunecare a barajului, prin determinarea factorului de siguranță atât în ipoteză statică, cât și pseudo-statică. În cea de-a doua etapă a modelării, metodele probabilistice au confirmat informațiile obținute anterior și au determinat în plus existența unui nivel de nisip prăfos susceptibil la lichefiere, incapacitatea rețelei de piezometre de a pune în evidență oscilațiile nivelului hidrostatic, stabilirea unor nivele de atenționare și alarmare.

Faza 4: Metodologie de modelare și monitorizare a fenomenelor de alunecare în cadrul iazurilor de decantare din industria minieră.

Obiectivul fazei este acela de a prezenta modelările deterministe (analitice și numerice) și probabilistice (metoda Monte Carlo și metoda estimării punctuale) a stabilității taluzelor iazurilor, precum și monitorizarea fenomenelor de risc ce pot afecta iazurile de decantare din industria minieră. În cea de-a doua parte a fazei va fi prezentată schematic metodologia astfel obținută, metodologie ce va putea fi ulterior aplicată punctual altor situații din industria minieră.

Rezumat: Faza debutează cu prezentarea evaluării stabilității prin metode deterministe și cu prezentarea evaluării stabilității prin metode probabilistice (Metoda Monte Carlo utilizată la stabilirea nivelelor de atenționare și de alarmare și Metoda estimării punctuale PEM utilizată pentru evaluarea riscului la lichefiere). Faza continuă cu descrierea rezultatelor obținute în urma modelării fenomenelor generatoare de instabilitate în corpul iazului de decantare și cu prezentarea schematică a metodologiei de modelare a stabilității barajului iazului de decantare.

Așadar, calculele de stabilitate atât cele analitice, cât și cele numerice arată valori acoperitoare ale factorului de siguranță determinat pentru ipoteza statică.

Metoda Monte Carlo a fost integrată metodei echilibrului limită, secțiunea de calcul și cele două ipoteze de calcul rămânând aceleași. Ea a evidențiat faptul că, pentru un nivel hidrostatic maxim ales de 5 m, factorul de siguranță este supraunitar în ipoteza statică, însă are o valoare subunitară în

ipoteza pseudo-statică, ceea ce reprezintă posibilitatea apariției fenomenelor de alunecări de teren, în cazul unui eveniment seismic.

Concluziile ce au putut fi trase în urma modelării probabilistice Monte Carlo sunt următoarele: echilibrul este satisfăcut pentru ambele ipoteze atunci când nivelul hidrostatic este mai mic de 0,510 m (măsurat de la talpa forajului) și, la momentul actual, nivelele de avertizare și alarmare nu sunt fezabile, deoarece piezometrele rețelei de monitorizare existentă au adâncimi improprii, care nu permit interceptarea nivelului hidrostatic.

Metoda estimării punctuale a fost integrată modelării numerice a elementului finit cu reducerea parametrilor la forfecare, secțiunea de calcul rămânând aceeași, ipotezele alese fiind: pseudo-statică și post pseudo-statică (post seismică).

Rezultatele evaluării post-seismice au relevat un grad ridicat de risc din cauza lichefierii stratului NP1 - Depunere nisip prăfos 1, în momentul în care presiunea apei din pori devine egală cu componenta totală a eforturilor, iar efortul efectiv devine zero.

Așadar, această modelare probabilistică a estimării punctuale ne dă posibilitatea de a prezice locația și suprafața zonei din corpul barajului susceptibile la lichefiere, distribuția deformațiilor la forfecare și distribuția deplasărilor totale a acesteia în caz de seism major.

Ca și concluzie, rezultatele obținute prin modelare probabilistică vin în întâmpinarea rezultatelor metodelor deterministe cu un plus de cunoaștere și informații, permițând integrarea lor în cadrul unui sistem integrat de modelare a fenomenelor de risc ce pot afecta iazurile de decantare din industria minieră.

Scopul principal a acestei faze este de a evalua gradul de stabilitate existent și de a monitoriza și gestiona eventualele pierderi de stabilitate ce pot apărea în corpul unui iaz de decantare ales ca studiu de caz, utilizând atât metode deterministe, cât și metode probabilistice, în scopul întocmirii unui sistem integrat de modelare a fenomenelor generatoare de risc.

Asadar, în cadrul acestei faze, s-a realizat o metodologie modernă de evaluare și modelare a fenomenelor generatoare de risc ce pot periclita stabilitatea pe termen scurt și lung a iazurilor de decantare din industria minieră și în special a elementelor de retenție (diguri și baraje), o metodologie nouă în România care să înglobeze date obținute în urma aplicării metodelor deterministe, însă și informații suplimentare rezultate în urma abordării probabilistice, un sistem integrat de modelare a fenomenelor generatoare de risc pentru iazurile de decantare din industria minieră.

Metodologia de evaluare, modelare și monitorizare a fenomenelor generatoare de risc propusă în cadrul prezentei lucrări, poate fi preluată și implementată în infrastructura unui sistem național de monitorizare a tuturor deșeurilor din industria minieră uraniferă.

FORMA DE FINALIZARE A PROIECTULUI (se va marca o singură căsuță)

- 1. Studii
- 2. Standarde, normative, prescripții, metodologii
- 3. Produse program
- 4. Tehnologii
- 5. Realizarea de produse, echipamente, instalații, standuri, etc.
- 6. Alte forme (nominalizați)

PERFORMANȚE REALIZATE:

- clasificarea iazurilor de decantare din industria minieră, a principalelor elemente constructive, a etapelor de existență ale iazurilor și prezentarea principalelor metode de achiziție, prelucrare și corelare a parametrilor utilizați,
- prezentarea principalelor metode de calcul a stabilității; integrarea metodelor probabilistice metodelor deterministe,
- Prezentare, investigații de teren, modelări deterministe și probabilistice ale stabilității barajului unui iaz de decantare – Studiu de caz,
- propunerea unei noi metodologii de abordare a problematicii instabilității iazurilor de decantare prin utilizarea combinată a metodelor probabilistice în cadrul modelării numerice și analitice și elaborarea unor soluții de monitorizare în vederea atenuării sau chiar eliminării impactului fenomenelor generatoare de risc asupra stabilității barajelor iazurilor de decantare.

ESTIMĂRI PRIVIND APLICABILITATEA/IMPACTUL REZULTATELOR PROIECTULUI ASUPRA DOMENIILOR

- | | | |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. <input type="checkbox"/> Retehnologizarea unităților economice | <input type="checkbox"/> | 8. Reciclarea materialelor |
| 2. <input type="checkbox"/> Modernizarea produselor | <input type="checkbox"/> | 9. Optimizarea deciziei |
| 3. <input type="checkbox"/> Realizarea de produse noi | <input checked="" type="checkbox"/> | 10. Protecția mediului |
| 4. <input type="checkbox"/> Creșterea productivității | <input type="checkbox"/> | 11. Protecția muncii |
| 5. <input type="checkbox"/> Evitarea/reducerea importului | <input checked="" type="checkbox"/> | 12. Protecția vieții și a sănătății |
| 6. <input type="checkbox"/> Reducerea consumurilor energetice | <input type="checkbox"/> | 13. Creșterea calității vieții |
| 7. <input type="checkbox"/> Reducerea consumurilor de materiale | <input type="checkbox"/> | 14. Asigurarea calității |
- 15. Consolidarea domeniilor de specializare inteligentă
 - 16. Formarea resursei umane in domenii inovative
 - 17. Cunoașterea științifică și tehnică

ALTE TIPURI DE REZULTATE:

Lucrări publicate	Comunicări științifice	Propuneri proiecte
0	3	0
.....
În țară	În țară	Propuse
.....0.....3.....0.....
În străinătate	În străinătate	Acceptate
.....0.....0.....0.....

BREVETE PROPUSE:

Nr. Crt.	Titular (Nume și prenume)	Titlu brevet

BREVETE ACCEPTATE:

Nr. Crt.	Titular (Nume și prenume)	Titlu brevet	Nr. Brevet

LUCRĂRI PUBLICATE ÎN ȚARĂ:

Nr. Crt.	Autor (Nume și prenume)	Editura	An apariție	Cod ISBN

LUCRĂRI PUBLICATE ÎN STRĂINĂTATE:

Nr. Crt.	Autor (Nume și prenume)	Editura	An apariție	Cod ISBN

COMUNICĂRI ȘTIINȚIFICE ÎN ȚARĂ:

Nr. Crt.	Titlu manifestare științifică	Autor (Nume și prenume)
1	SICHEM, septembrie 2018: „The study of rocks and soils in areas affected by uranium mining exploitations”	Diana-Maria Banu, Viorica Elena Ioniță, Aura Daniela Radu
2	SICHEM, septembrie 2018: „Environmental pollution and additional doses calculation for critic groups, generated by geological exploration areas of uranium ores”	Viorica Elena Ioniță, Diana-Maria Banu, Ana-Maria Obreja
3	Workshop Baia Mare, iunie 2018: „Influența fenomenelor generatoare de risc asupra evoluției stabilității barajelor iazurilor de decantare din industria minieră”	Banu Diana Maria

COMUNICĂRI ȘTIINȚIFICE ÎN STRĂINĂTATE:

Nr. Crt.	Titlu manifestare științifică	Autor (Nume și prenume)

PARTICIPARI IN PROIECTE INTERNATIONALE pe baza rezultatelor obținute in proiectele nucleu

- Număr proiecte/ denumirea programului internațional/ competiția/ statutul in cadrul consorțiului proiectului.

ACHIZIȚII EFECTUATE

(Dotări)

Nr. Crt.	Denumire	Cantitate	U.M.	Destinația prevăzută
1	Materiale consumabile			

PRODUSE SAU TEHNOLOGII*)

(în cazul în care rezultatele sunt din această categorie)

Denumire:

.....

Domeniu de aplicabilitate:

.....

Prezentare generală:

.....

Principalele caracteristici tehnice:

.....

Efecte socio-economice și de mediu:

.....

Potentiali producători / Furnizori de servicii:

.....

Potențiali utilizatori:

.....

DIRECTOR GENERAL

DIRECTOR DE PROGRAM

RESPONSABIL PROIECT

*Dr. ing. Nicolae Tomus**dr. ing. Eugenia Panturu**dr. ing. Diana Banu*

*) Se prezinta fotografii, schite, scheme s.a. dacă este cazul.