



Ministerul Educației
Universitatea din Petroșani



UNIVERSITATEA DIN PETROȘANI
ȘCOALA DOCTORALĂ
Domeniul: Mine, Petrol și Gaze

TEZĂ DE DOCTORAT

REZUMAT

CONDUCĂTOR DE DOCTORAT:
Prof. univ. habil. dr. ing. **Lazăr Maria**

STUDENT DOCTORAND:
Ing. **Rada Constantin**

ANUL
2024

UNIVERSITATEA DIN PETROȘANI
ȘCOALA DOCTORALĂ
Domeniul: Mine, Petrol și Gaze

**STUDIUL ALUNECĂRILOR DE
TEREN ȘI ALE TALUZURILOR DIN
CARIERELE BAZINULUI MINIER
BERBEȘTI**

CONDUCĂTOR DE DOCTORAT:
Prof. univ. habil. dr. ing. **Lazăr Maria**

STUDENT DOCTORAND:
Ing. **Rada Constantin**

ANUL
2024

CUPRINS

Cuprins	1
Introducere	4
1. Stadiul cercetărilor în domeniu	7
1.1. Investigarea geotehnică a alunecărilor de teren	7
1.2. Analiza stabilității taluzurilor și versanților	8
1.2.1. Metodele echilibrului limită	9
1.2.2. Metoda elementelor finite	9
1.2.3. Metode probabilistice	10
1.3. Riscul de alunecare	10
1.4. Studiul alunecărilor de teren pe plan internațional	11
1.4.1. Halda de steril Janina din Polonia	11
1.4.2. Halda exterioară a exploatării miniere South Fild Ptolemais – Grecia	13
1.5. Studiul alunecărilor de teren pe plan național	15
1.5.1. Halda Valea Rogoazelor - cariera Roșița	15
1.5.2. Halda interioară a carierei Olteț - Alunu	18
2. Amplasarea și descrierea bazinului minier Berbești	20
2.1. Localizare geografică	20
2.2. Morfologia terenului	20
2.3. Hidrografie	21
2.4. Geologie și hidrogeologie	21
2.5. Regimul climatic	24
2.6. Flora și fauna	26
2.7. Date sociale și economice	27
3. Activitatea minieră în bazinul Berbești	29
3.1. Metode de exploatare	29
3.2. Perimetre miniere cu activitate sistată	29
3.2.1. Cariera Ruget	30
3.2.1.1. Golul remanent	30
3.2.1.2. Halda de steril Valea Roșioara	33
3.2.2. Poiana Seciuri – Bustuchin	35
3.2.2.1. Cariera	35
3.2.2.2. Halda de steril Valea Șoimului	37
3.3. Perimetre miniere cu activitate în funcțiune	37
3.3.1. Cariera Olteț - Alunu	38
3.3.1.1. Halda exterioară Jigăi	39
3.3.1.2. Halda interioară Olteț - Alunu	39
3.3.2. Cariera Berbești	40
3.3.2.1. Halda exterioară Berbești Vest	40

3.3.2.2.	Halda interioară Berbești Vest	40
3.3.3.	Cariera Panga	41
3.3.3.1.	Haldele exterioare ale carierei Panga	42
3.3.3.2.	Halda interioară Panga	42
4.	Alunecări de teren și taluzuri în bazinul minier Berbești	43
4.1.	Alunecări de teren	43
4.1.1.	Poiana Seciuri	43
4.1.2.	Cariera Ruget	47
4.2.	Alunecări de taluzuri în cariere	48
4.2.1.	Alunecări de taluz în cariera Olteț - Alunu	48
4.2.2.	Alunecări de taluz în cariera Panga	51
4.3.	Alunecări produse în haldele de steril	53
4.4.	Analiza factorilor și a cauzelor alunecărilor	55
4.4.1.	Factori geologici	55
4.4.1.1.	Stratigrafie	55
4.4.1.2.	Tectonica	56
4.4.2.	Factori hidrometeorologici	56
4.4.3.	Factorul seismic	56
4.4.4.	Factorul antropic	57
4.4.4.1.	Nerespectarea geometriei taluzurilor	58
4.4.4.2.	Nerespectarea tehnologiei de lucru	58
4.4.4.3.	Supraîncărcarea treptelor	59
4.4.5.	Studiu comparativ privind cauzele alunecărilor	59
5.	Studiul caracteristicilor fizico – mecanice ale rocilor din structurile litologice și ale amestecului de material haldat	67
5.1.	Caracteristicile fizico – mecanice necesare în studiile de stabilitate	67
5.1.1.	Granulometrie	67
5.1.2.	Greutatea volumetrică și specifică	68
5.1.3.	Porozitate	68
5.1.4.	Consistența și plasticitatea	70
5.1.5.	Umiditate	71
5.1.6.	Coeziune și unghi de frecare interioară	71
5.2.	Determinarea caracteristicilor fizico – mecanice ale rocilor	72
5.2.1.	Locul și prelevarea probelor	72
5.2.2.	Natura rocilor	73
5.3.	Determinarea caracteristicilor fizico – mecanice ale materialelor din halde	76
5.3.1.	Halda Valea Roșioara	76
5.3.2.	Halda interioară Berbești Vest	76
5.3.3.	Prelucrarea statistică a datelor	77
6.	Cercetări privind condițiile de stabilitate ale terenurilor și taluzurilor din bazinul minier Berbești	79
6.1.	Metode de analiză	79

6.2.	Analize de stabilitate	80
6.2.1.	Cariera Ruget	80
6.2.2.	Halda Valea Roșioara	81
6.2.3.	Halda interioară Berbești Vest	82
6.2.4.	Cariera Olteț - Alunu	83
6.3.	Influența alunecărilor de taluzuri asupra zonelor adiacente	88
6.4.	Determinarea riscului de alunecare în zonele studiate	88
7.	Proiectarea măsurilor de asigurare a stabilității	96
7.1.	Soluții cu caracter general	96
7.2.	Soluții de prevenire a alunecărilor în cariera Ruget	96
7.3.	Soluții de prevenire a alunecărilor în halda exterioară Valea Roșioara	97
7.4.	Soluții de prevenire a alunecărilor în cariera Olteț – Alunu	99
7.5.	Soluții de prevenire a alunecărilor în haldele de steril din bazinul minier Berbești ..	101
	Concluzii, contribuții personale și direcții viitoare	
	de cercetare	106
	Anexa 1	112
	Anexa 2	135
	Bibliografie	151

Cuvinte cheie:

Alunecări de teren, stabilitatea taluzurilor și versanților, fenomene geotehnice, regim de precipitații, analiza de stabilitate.

Fenomenele naturale precum: cutremure, inundații, tornade, uragane sau alunecări de teren au ca efect producerea de dezechilibre în natură cu sau fără intervenția omului și sunt tot mai prezente pe pământ.

Alunecările de teren sunt tot mai frecvente ca urmare a unor factori naturali dar și antropici ce conduc la schimbarea raportului de forțe asupra masivelor de roci și asupra structurilor geologice. Cauzele acestor alunecări sunt multiple, dar efectele întotdeauna se materializează în importante pagube materiale, modificări morfologice ale terenului și ceea ce este mai grav, uneori în pierderi de vieți omenești.

Problema instabilității versanților și taluzurilor a preocupat dintotdeauna oamenii de știință, specialiști în geologia inginerescă sau în geotehnică. Aceștia au căutat, pe de o parte, să inventarieze cauzele și factorii care conduc la dezechilibrele în natură și să explice mecanismul de producere al alunecărilor, iar pe de altă parte să evalueze factorii de risc pentru a face estimări asupra stabilității în scopul prognozării, sau pentru a stabili soluțiile de prevenire și combatere a lor.

Riscurile la care este expusă populația în cazul producerii unor catastrofe naturale precum alunecările de teren și incidența tot mai numeroasă a acestora pe suprafața globului, face ca tot mai mulți cercetători să-și îndrepte atenția către științele pământului, iar în diferite țări să existe organisme de investigare, inventariere și caracterizare a zonelor cu risc de producere a alunecărilor. Astfel, problemele de stabilitate a versanților și taluzurilor sau a unor construcții de pământ reprezintă obiectul a numeroase simpozioane și conferințe științifice internaționale.

Industria minieră, prin activitatea pe care o desfășoară, respectiv extragerea și prepararea substanțelor minerale, generează efecte negative pe termen lung asupra mediului înconjurător, printre care se numără fenomenele de alunecare a taluzurilor carierelor și haldelor de steril.

Cantitățile de steril rezultate în urma procesului de exploatare sunt depozitate pe suprafețe mari, generând situații de risc cum ar fi fenomenele geomecanice negative de tipul alunecărilor de teren.

Având în vedere amploarea fenomenelor de alunecare produse în perimetrele miniere cu activitate sistată, cât și în funcțiune, am considerat că este necesară o cercetare mai amănunțită a acestora.

Prezenta teză și-a propus să realizeze un studiu al alunecărilor de teren și taluzuri produse în bazinul minier Berbești, constând în cercetarea fenomenelor de alunecare, găsirea și stabilirea celor mai eficiente metode de combatere și stabilizare a alunecărilor de teren.

Lucrarea este structurată pe șapte capitole începând cu introducere și finalizându-se cu o serie de concluzii generale și contribuții personale.

Teza cuprinde 19 de tabele, 76 figuri, 16 relații de calcul și 2 anexe urmate de 110 note bibliografice, dintre care 9 sunt lucrări proprii (ca unic autor, prim autor sau coautor).

În **Capitolul 1**, intitulat „**Stadiul cercetărilor în domeniu**” sunt prezentate câteva studii de caz atât pe plan internațional, cât și pe plan național, referitoare la alunecări de teren și taluzuri produse în carierele de cărbune din Grecia și Polonia, precum și din România.

În aceste studii s-au urmărit:

- mecanismul de declanșare al alunecării;
- impactul produs de alunecare;
- metodele de investigație geotehnică;
- soluțiile de stabilizare și combatere a efectelor alunecărilor.

Capitolul 2, intitulat „**Amplasarea și descrierea bazinului minier Berbești**”, în contextul studierii fenomenelor geomecanice din această zonă, prezintă aspecte privind localizarea geografică, morfologia terenului, geologie și hidrogeologie, regimul climatic, flora / faună, precum și date sociale și economice.

Capitolul 3 cu titlul „**Activitatea minieră în bazinul Berbești**” și-a propus împărțirea bazinului minier Berbești, în două perimetre, unul cu activitate sistată iar celălalt cu activitate în funcțiune, scoțând în evidență stadiul actual al acestora.

Pe baza istoricului alunecărilor de teren și a unei analize critice a factorilor și cauzelor alunecărilor, relatate în **capitolul 4** intitulat „**Alunecări de teren și taluzuri în bazinul minier Berbești**”, s-a realizat un studiu comparativ în care am luat în calcul și alunecări de teren din afara zonelor miniere. Scopul urmărit a fost acela de a extrapola rezultatele obținute la nivelul Subcarpaților Getici și chiar a Podișului Getic, astfel încât să se poată aprecia probabilitatea manifestării fenomenelor de alunecare în orice zonă din regiunile amintite.

Capitolul 5 intitulat „**Studiul caracteristicilor fizico-mecanice ale rocilor din structurile litologice și ale amestecului haldat**”, prezintă proprietățile fizico-mecanice necesare în studiile de stabilitate și sunt prezentați parametrii geotehnici rezultați în urma încercărilor de laborator pentru fiecare caz studiat.

Capitolul 6 denumit „**Cercetări privind condițiile de stabilitate ale terenurilor și taluzurilor din bazinul minier Berbești**”, prezintă practic analizele de stabilitate efectuate pentru obiective atât din zonele cu activitate sistată, cât și din zonele în care există cariere active. Rezultatele analizelor au fost centralizate într-un tabel unic, iar pe baza acestor analize de stabilitate s-a determinat riscul de alunecare pentru fiecare caz în parte.

În **capitolul 7** „**Proiectarea măsurilor de asigurare a stabilității**” au fost prezentate soluții de prevenire și de combatere a efectelor alunecărilor, cu caracter general pentru întreg bazinul, iar pentru fiecare caz în parte, am abordat soluții proprii, acestea fiind detaliate în partea de contribuții și propuneri personale.

Teza de doctorat se încheie cu concluziile rezultate în urma cercetărilor și cu un set de propuneri privind cercetările viitoare în domeniu.

De asemenea sunt prezentate contribuțiile personale la rezolvarea unei părți din problematica abordată.

În urma derulării activităților de cercetare pentru rezolvarea scopului tezei de doctorat, au rezultat mai multe concluzii cu caracter general și concluzii specifice.

Concluzii cu caracter general

- Bazinul minier Berbești este situat într-o zonă colinară puternic afectată de fenomene geomecanice negative.

- Zăcămintele de lignit acumulate în Depresiunea Getică sunt cantonate în depozite de molasă aparținând ca vârstă intervalului Dacian – Romanian și Cuaternar.

- Din punct de vedere climatic, bazinul minier Berbești se situează într-o zonă cu o climă temperat continentală cu influențe mediteraneene. Condițiile climatice au fost evidențiate prin analiza și interpretarea valorilor parametrilor meteorologici preluați de la stațiile meteo Polovragi și Târgu Logrești.

- Activitatea în perimetrele studiate este complexă și destul de diversă datorită resurselor naturale.

- În perimetrul minier ce cuprinde carierele Ruget, Seciuri și Bustuchin, activitatea este sistată ca urmare a unor factori precum: reducerea drastică a cererii de cărbune din

cauza noilor tehnologii de producere a energiei, criza profundă a economiei românești, lipsa unor programe de investiții privind eficientizarea producției etc.

- Metoda de exploatare folosită în carierele din perimetrul studiat este „Metoda de exploatare cu transportul rocilor sterile la halde, cu transportoare cu bandă în flux continuu”.

- Materialul depus în haldele de steril este format din roci cu caracteristici de rezistență scăzute, precum roci de natură argiloasă, nisipoasă, marnoasă și care sunt influențate în mod deosebit de apă.

- Ca urmare a încetării activității la halda esteroară Valea Roșioara au apărut fenomene geomecanice negative de tipul tasărilor, alunecărilor plastice ale treptelor punând în pericol stabilitatea utilajelor în conservare aflate pe treptele haldei.

- În carierele cu activitate în funcțiune (Panga, Olteț - Alunu, Berbești), stratele de lignit sunt cantonate în formațiuni sedimentare, rocile fiind alcătuite din argile și marne cu un conținut variabil de nisip și praf.

- În bazinul minier Berbești s-au produs și se produc frecvent alunecări de teren de tip progresiv sau regresiv în funcție de factorii favorizanți.

- Alunecările de teren se regăsesc în mod frecvent în dealurile Subcarpaților Getici și au drept cauză factori naturali precum cei de natură geologică, morfologică, hidrogeologică, geomecanică și climatică; la care se adaugă factorii antropici și procese de subsidență regională.

Concluzii specifice

- Studiind istoricul alunecărilor de teren, cauza principală ce se desprinde este reprezentată de precipitațiile abundente, care au dus pe de o parte, la creșterea nivelului ridicat al apei subterane și a presiunii apei din porii rocilor, iar pe de altă parte la alterarea caracteristicilor de rezistență a rocilor datorită apei.

- Alunecările produse la taluzurile de lucru din cariere se datorează neuniformității geometrice a fronturilor de excavare cauzată în special de morfologia terenului.

- Fenomenele geomecanice negative observate la haldele de steril au fost cauzate de nerespectarea geometriei proiectate, precum și a intervenției necorespunzătoare asupra taluzurilor.

- Studiul comparativ realizat pe cele trei perimetre a avut ca scop ilustrarea cauzelor și factorilor declanșatori ai alunecărilor, precum și condițiile comune care au dus la apariția acestora (referitoare în special la geomorfologie; stratigrafie, tectonică).

- Cele trei zone studiate fac parte din aceeași unitate de relief: Subcarpații Getici cu mențiunea că s-au luat în studiu și alunecări de teren produse în Podișul Getic (jud. Argeș).

- S-a urmărit extrapolarea rezultatelor studiului la nivelul Subcarpaților Getici și a Podișului Getic, astfel încât să se poată aprecia probabilitatea declanșării fenomenelor de alunecare în orice zonă din regiune.

- Istoricul alunecărilor din zona studiată a scos în evidență o strânsă legătură între factorii geologici, hidrogeologici, hidrometeorologici, climatici și fenomenele de alunecare.

- Din analiza comparativă efectuată a reieșit faptul că nu au existat alunecări de teren produse simultan în cele trei zone studiate.

- Exploatările miniere influențează intensitatea și numărul fenomenelor geostructurale iar reactivarea alunecărilor predomină în perimetrele miniere în timp ce în județul Argeș au predominat alunecările de teren stabilizate.

- Valorile caracteristicilor geotehnice ale rocilor variază, chiar și în cadrul aceleași formațiuni geologice. Natura rocilor variază atât pe orizontală cât și pe verticală, fiind cu atât mai variate valorile caracteristicilor geotehnice.

- Analiza de stabilitate a fost realizată cu ajutorul softurilor specializate în geotehnică și anume: Slide2 și SLOPE, aceasta constând în efectuarea analizei de stabilitate a taluzurilor naturale și artificiale cu orice geometrie, atât în condiții seismice, cât și statice, precum și în cazul prezenței apei în porii materialului haldat sau pe taluzul haldei.

- În prezenta lucrare au fost folosite cele trei metode de analiză, respectiv Fellenius, Janbu și Bishop.

- Având în vedere că cele trei metode de analiză a stabilității au oferit valori apropiate ale coeficienților de stabilitate, s-au luat în considerare doar valorile minime rezultate în urma aplicării metodei lui Janbu.

- Pentru fiecare studiu de caz s-au luat în considerare valorile caracteristicilor fizice și mecanice ale amestecului de roci care alcătuiesc haldele, iar valorile au fost alese pe baza elementelor geometrice caracteristice taluzurilor, haldelor din bazinul minier Berbești.

- Pentru treptele de haldă, analizele de stabilitate s-au realizat pe seturi de valori corespunzătoare caracteristicilor geometrice, respectiv înălțimea și unghiul de taluz.

- Analiza de stabilitate realizată pe ansamblul de trepte ale carierei Ruget a scos în evidență faptul că treptele I și II sunt stabile datorită geometriei corespunzătoare.

- Treptele III și V, precum și taluzul general al carierei prezintă o geometrie nefavorabilă, fiind vorba despre valori mari ale unghiului de taluz, precum și înălțimi mari.

- Toate treptele ce compun halda Valea Roșioara sunt stabile, cu excepția treptei IV, la care valoarea factorului de stabilitate este la limită, ceea ce se impune luarea unor măsuri de creștere a stabilității.

- Treptele de la halda interioară Berbești Vest prezintă o rezervă de stabilitate suficientă pe termen mediu, iar pe termen lung în cazul necesității asigurării stabilității este nevoie de o redimensionare.

- Având în vedere caracteristicile reduse de rezistență ale argilei din stratul superior al coloanei stratigrafice, precum și comportamentul plastic accentuat, se poate afirma că aceasta conduce la fenomene de instabilitate de tipul dezagregărilor, cedărilor plastice, curgerii și/sau alunecărilor, indiferent de umiditate.

- Geometria frontului de lucru este neuniformă.

- Variația caracteristicilor fizico-mecanice este accentuată și dependentă de umiditate.

- Caracteristicile mecanice (coeziune și unghi de frecare interioară), se reduc odată cu creșterea umidității, fiind dependente de condițiile hidrometeorologice.

- Varietatea mare a caracteristicilor fizico-mecanice a impus prelucrarea statică și alegerea unor valori considerate reprezentative pentru calculul de stabilitate.

- Stratigrafia este variabilă și nu este cunoscută cu precizie decât în momentul excavării.

- Rezultatele analizelor de stabilitate efectuate pentru situația proiectată la finalul activității extractive în cariera Olteț - Alunu au arătat că taluzurile executate numai în argile sunt instabile sau se regăsesc la limita de echilibru, în timp ce taluzurile executate în argile și marne au o rezervă de stabilitate pe termen mediu sub 20 de ani satisfăcătoare, pentru taluzuri cu înălțimi de 10 -15 metri fiind instabile pentru înălțimi de 25 de metri. Pentru a asigura condițiile de stabilitate pe termen lung sunt necesare calcule de redimensionare constând în reducerea unghiului de taluz.

- Rezultatele analizelor de stabilitate efectuate atestă că cele mai nefavorabile condiții de stabilitate apar în cazul unor structuri ale fronturilor în care grosimea stratelor de argilă aflate la partea superioară a taluzurilor depășește 10 m.

- Ca urmare a evaluării riscului de alunecare a taluzurilor carierelor Ruget și Olteț-Alunu și a haldelor Valea Roșioara și Berbești Vest (interioară), se desprinde o concluzie generală și anume că în condițiile menținerii geometriei actuale există riscuri semnificative de producere a unor alunecări, riscurile fiind mult mai mari în cazul taluzurilor carierelor comparativ cu cele ale haldelor. Se deduce astfel importanța proiectării corespunzătoare a lucrărilor miniere și respectarea întocmai a acestora, pentru a menține siguranța în perimetrul minier și pentru a minimiza sau elimina, pe cât posibil, riscul de alunecare și efectele acestora asupra obiectivelor naturale și antropice aflate în zonele de influență.

Contribuțiile personale

Sunt prezente în majoritatea capitolelor, și sunt menite să rezolve unele aspecte importante în domeniul stabilității lucrărilor miniere. Acestea pot fi sintetizate după cum urmează:

- Observarea și cercetarea fenomenelor geomecanice negative produse în întreg bazinul minier Berbești într-o perioadă lungă de timp.

- Pe baza datelor colectate am întocmit un istoric al fenomenelor geomecanice negative pe ultimii 20 de ani în care am identificat cauzele și factorii producerii acestor fenomene precum și consecințele acestora. Acest lucru a scos în evidență că cele mai multe alunecări s-au produs cu precădere în apropierea perimetrelor miniere, cauzele fiind atât naturale cât și antropice.

- Am realizat o analiză a factorilor și cauzelor alunecărilor (geologici: stratigrafie, tectonică, hidrometeorologici, seismici; antropici: nerespectarea geometriei taluzurilor, nerespectarea tehnologiei de lucru, supraîncărcarea treptelor). În urma acestei analize am

ajuns la concluzia că factorul antropic are un aport destul de ridicat în declanșarea alunecărilor de teren.

- Chiar dacă proiectarea elementelor geometrice ale treptelor unei halde s-au taluzuri de lucru a fost corectă, în multe cazuri nu s-a respectat tehnologia de lucru.

- Am realizat un studiu comparativ privind cauzele alunecărilor în zona Subcarpaților Getici, studiu ce a vizat două zone din bazinul minier Berbești și o zonă din afara perimetrului minier. Scopul studiului a fost acela de a analiza în mod comparativ stabilitatea taluzurilor și versanților, cauzele și factorii declanșatori, condițiile comune care au dus la apariția alunecărilor de teren și de a extrapola rezultatele studiului la o scară mai mare astfel încât să se poată aprecia probabilitatea manifestării fenomenelor de alunecare în orice zonă din regiunea amintită.

- În vederea determinării caracteristicilor fizico-mecanice ale rocilor am preluat probe din forajele amplasate pe terenurile de bază din perimetrele miniere Oltet - Alunu și Ruget, precum și din rocile sterile ce alcătuiesc haldele de steril din perimetrele studiate. Probele tulburate au fost prelevate în pungi de plastic iar cele netulburate au fost recoltate din carote, acestea fiind împachetate astfel încât să fie păstrată umiditatea și integritatea probelor.

- După prelevarea probelor am reușit să le analizez în cadrul Laboratorului de Mecanica Pământurilor de la Universitatea din Petroșani, în vederea realizării analizelor de stabilitate. Pentru confirmarea rezultatelor obținute am solicitat și câteva încercări în cadrul Laboratorului GeoLogic din Călan. Valorile furnizate de către GeoLogic au confirmat și completat datele obținute în cadrul LMP Universitatea din Petroșani.

- Încercările de laborator realizate au constat în: realizarea analizei granulometrice atât prin cernere cât și prin sedimentare, determinarea greutatei volumetrice prin metoda ștanței; am calculat porozitatea, cifra porilor, umiditatea la saturație și am determinat limita de frământare și de curgere; determinări ale rezistenței la forfecare directă prin care am obținut coeziunea și unghiul de frecare interioară.

- În funcție de natura rocilor am stabilit participația procentuală pentru fiecare caz în parte.

- Am efectuat prelucrări statistice pentru determinarea valorilor reprezentative ale caracteristicilor fizice și mecanice ale rocilor care intră în componența taluzurilor carierelor și haldelor luate în studiu. Aceste date au fost centralizate, fiind folosite efectiv în analizele de stabilitate.

- Pentru efectuarea analizelor de stabilitate am utilizat cele două softuri specializate în geotehnică Slide2 și SLOPE în care am folosit metodele Fellenius, Janbu și Bishop.

- În urma analizelor de stabilitate obținute după aplicarea metodei lui Janbu, am realizat o evaluare a stabilității taluzurilor pentru fiecare caz studiat unde am identificat factorii și cauzele alunecărilor de teren și am evidențiat efectele acestora.

- Am reprezentat grafic dependența dintre elementele geometrice ale taluzurilor și valorile factorilor de stabilitate.

- Am realizat analiza de risc unde am determinat în funcție de vulnerabilitate și de probabilitate riscul de alunecare pentru fiecare caz studiat.
- Am identificat și detaliat măsurile specifice pentru menținerea stabilității taluzurilor pentru carierele din perimetrul studiat și a haldelor aferente acestora.

Propuneri și direcții viitoare

- În cazul haldelor de steril ce au fost eliberate de sarcini se recomandă redarea acestora în circuitul economic, acest lucru necesitând lucrări de investiții costând în modelarea terenului și refacerea cadrului natural prin redarea în folosință agricolă și silvică.
 - Toată suprafața haldelor va fi amenajată pe zone astfel încât să se asigure condițiile de pantă admise pentru utilizarea agricolă respectiv silvică.
 - Pentru fiecare zonă se impune un studiu pedologic urmat de un memoriu cu detaliile de execuție ce vizează recomandările pedologice.
 - Posibilități de implementare a soluțiilor propuse în lucrare, la nivelul perimetrelor miniere aflate încă în exploatare.
 - Ținând cont de elementele de redimensionare a taluzurilor finale se impune refacerea planurilor de situații proiectate.
 - Studiul posibilităților de implementare a unui sistem de monitorizarea în permanență a zonelor, atât în teren prin măsurători topografice clasice, dar și cu ajutorul tehnicii de ultima generație precum GPS, observații din satelit, fotogrammetrie cu ajutorul dronelor, etc.
 - Se recomandă elaborarea unor planuri de intervenție în cazul apariției unor semne premergătoare declanșării unor alunecări de teren dar și în cazul producerii unora. De asemenea este necesară elaborarea unor prognoze privind fenomenele de alunecare din zonele studiate.
- Elaborarea unui plan urbanistic cu scopul de a evita amplasarea unor construcții civile sau industriale cu risc crescut de alunecare, și întocmirea unor hărți de risc.