



Universitatea Tehnică a Moldovei

**STUDIAREA POSIBILITĂȚII DE PREVENIRE
ȘI REDUCERE A IMPACTULUI
DEZASTRELOR PROVOCATE DE
ALUNECĂRI DE TEREN PRIN METODE
INGINEREȘTI**

Masterand:

Dolgoruc Ion

Conducător:

Cîrlan Alexandru

lector universitar

doctor în științe tehnice

Chișinău, 2025

REZUMAT

Dolgoruc Ion. Studiarea posibilității de prevenire și reducere a impactului dezastrelor provocate de alunecări de teren prin metode inginerești. Prezenta lucrare examinează stabilitatea unui versant din or. Codru, mun. Chișinău, potențial alunecător, prin aplicarea metodei analitice și compararea rezultatelor obținute cu cele generate de programul *Plaxis*, bazat pe metoda elementelor finite. Pentru determinarea coeficientului de stabilitate al versantului K_y , precum și a presiunii de alunecare E_{al} a fost propusă metoda lui *Shakhunyants G.M.*, bazată pe teoria stării de echilibru limită. Analiza rezultatelor geologico-inginerești dispuse a permis identificarea zonelor cu rezistență redusă, pe baza cărora au fost trasate suprafețele posibile de alunecare. În acest mod, au fost definite cinci suprafețe de alunecare, care au determinat ulterior dezvoltarea a zece modele de calcul.

În cadrul construcției unui complex alcătuit din mai multe blocuri și case de tip multifamilial pe versantul analizat, s-a propus evaluarea stabilității acestuia în raport cu sarcinile asociate structurilor planificate. În acest scop, au fost elaborate și analizate diverse scenarii de încărcare a versantului, evidențiindu-se atât avantajele, cât și limitările programului utilizat. Folosind metoda numerică s-a determinat cu precizie poziția suprafeței de alunecare, ceea ce a permis validarea rezultatelor obținute prin metoda analitică, oferind astfel o perspectivă detaliată asupra comportamentului versantului.

În cadrul acestei cercetări, s-a trasat diagrama presiunii de alunecare în vederea identificării zonelor critice, iar în temeiul datelor obținute s-a propus măsuri de consolidare și prevenire a alunecărilor de teren.

Teza este formată din introducere, 3 capitole, concluzii, bibliografie și anexe. Lucrarea conține 71 pagini (fără anexă), 33 figuri și 4 tabele. Bibliografia constă din 55 surse de referință. Anexa tezei de master cuprinde 23 pagini, 15 figuri și 6 tabel. În cadrul anexei sunt reprezentate rezultatele calculelor numerice, care se referă la studiile de caz.

Cuvinte-cheie: alunecări de teren, stabilitatea versantului, versant potențial alunecător, pierderea stabilității, coeficient de stabilitate, presiune de alunecare, structuri de sprijin

SUMMARY

Dolgoruc Ion. Study of the possibilities for preventing and mitigating the impact of landslides disasters using engineering methods. This study examines the stability of a potentially landslide-prone slope in Codru, Chişinău Municipality, by applying the analytical method and comparing the results obtained with those generated by the *Plaxis* program, which is based on the finite element method. To determine the slope stability coefficient K_y and the sliding pressure E_{al} , the method proposed by *Shakhunyants G.M.*, based on the limit equilibrium theory, was employed. The analysis of the geotechnical and engineering results enabled the identification of low-resistance zones, which served as the basis for delineating potential sliding surfaces. In this way, five sliding surfaces were defined, which subsequently led to the development of ten calculation models.

During the construction of a complex comprising multiple blocks and multi-family houses on the analyzed slope, an evaluation of its stability in relation to the loads associated with the planned structures was proposed. To achieve this, various slope loading scenarios were developed and analyzed, highlighting both the advantages and the limitations of the program utilized. Using the numerical method, the precise position of the sliding surface was determined, which allowed for the validation of the results obtained through the analytical method, thereby providing a detailed perspective on the behavior of the slope.

As part of this research, a sliding pressure diagram was created to identify critical zones, and based on the data obtained, measures for slope consolidation and landslide prevention were proposed.

The thesis consists of introduction, 3 chapters, conclusion, bibliography and annexes. The paper contains 71 pages (without annexes), 33 figures and 4 tables. The bibliography consists of 55 reference sources. The annexes of the master's thesis contains 23 pages, 15 figures and 6 tables.

Key-words: landslides, slope stability, potentially landslide-prone slope, loss of stability, stability coefficient, sliding pressure, support structures

CUPRINS

INTRODUCERE	8
1. IMPACTUL, CAUZELE ȘI MODUL DE MANIFESTARE A ALUNECĂRILOR DE TEREN	11
1.1. Impactul socio-economic al alunecărilor de teren	11
1.2. Gradul de studiere al alunecărilor de teren	15
1.3. Cauzele și factori declanșării alunecărilor de teren	16
2. MĂSURI DE PREVENIRE ȘI ATENUARE A ALUNECĂRILOR DE TEREN	22
2.1 Metode de estimare a stabilității versanților și taluzurilor terasamentelor	22
2.2 Metode de prevenire a alunecărilor de teren.....	25
3. EVALUAREA STABILITĂȚII VERSANTULUI DIN OR. CODRU, MUN. CHIȘINĂU ...	37
3.1 Descrierea condițiilor geologice, hidrogeologice, seismice ale terenului studiat.....	39
3.2 Studierea posibilității consolidării versantului studiat.....	56
CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI	65
ANEXE.....	72

INTRODUCERE

Actualitatea și relevanța temei abordate. Analiza alunecărilor de teren și a proceselor asociate constituie un subiect de mare importanță în domeniul ingineriei civile și al gestiunii riscurilor naturale, având în vedere consecințele complexe provocate de aceste fenomene. Alunecările de teren reprezintă o amenințare majoră pentru stabilitatea și funcționalitatea structurilor ingineresti, pun în pericol siguranța vieții umane și provoacă pierderi economice semnificative, inclusiv prin degradarea terenurilor agricole.

Totodată, ele influențează negativ exploatarea infrastructurii de transport, precum rețelele feroviare și rutiere, subliniind necesitatea aprofundării cercetărilor în acest domeniu pentru a identifica soluții viabile și durabile.

Alunecările de teren se caracterizează prin manifestări rapide și imprevizibile, compromițând siguranța tuturor ansamblurilor ingineresti. În acest context, analiza și evaluarea stabilității versanților devin priorități esențiale, care trebuie abordate încă din faza de proiectare, pentru a preveni riscurile asociate și pentru a asigura integritatea structurilor planificate.

Scopul lucrării constă în analiza stabilității versantului cu risc de alunecare și implementarea măsurilor de consolidare necesare pentru realizarea unui complex rezidențial pe acest teren.

Obiectivele cercetării se bazează pe obiectul principal al studiului dat, ce constă în evaluarea stabilității unui versant în starea sa actuală de tensiune-deformare, independent de influența construcțiilor, precum și analiza gradului de stabilitate în contextul realizării unui complex rezidențial. În cadrul acestei cercetări, s-a trasat diagrama presiunii de alunecare în vederea identificării zonelor critice, iar în temeiul datelor obținute s-a propus măsuri de consolidare și prevenire a alunecărilor de teren. Scopul final este asigurarea stabilității pe termen lung a versantului și protecția viitoarelor edificii.

Ipoteza de cercetare se bazează pe evaluarea stabilității unui versant real prin aplicarea metodei analitice și a simulării numerice utilizând complexul de program Plaxis, care poate oferi o perspectivă detaliată asupra comportamentului versantului în condiții complexe. Integrarea proprietăților reologice ale pământurilor, influenței apelor freatice și a încărcărilor generate de construcții, analizate la diferite etape de dezvoltare, a permis o modelare realistă. Compararea valorilor obținute prin abordarea analitică cu cele generate de simularea numerică contribuie la validarea metodelor utilizate și la identificarea complementarităților și diferențelor semnificative. Pe baza rezultatelor obținute, s-au propus soluții de consolidare eficiente, asigurând stabilitatea pe termen lung a versantului și protecția viitoarelor construcții.

Metodologia de cercetare și justificarea metodelor de cercetare. Studiul dat debutează cu accentuarea relevanței tematicе, prin analiza impactului socio-economic provocat de alunecările de teren. Ulterior, s-au identificat cauzele și factorii declanșatori ai alunecărilor de teren, pentru înțelegerea temeinică a mecanismelor care determină instabilitatea versanților.

Au fost examinate diferite metode de evaluare a stabilității versanților, completate de o analiză a strategiilor de prevenire a alunecărilor de teren. La fel, au fost descrise detaliat condițiile geologice, hidrogeologice și seismice ale terenului studiat, care constituie fundamentul pentru evaluarea stabilității acestuia.

Stabilitatea versantului a fost evaluată utilizând metode analitice dispuse, iar rezultatele au fost validate prin comparație cu simulările numerice realizate prin intermediul programului Plaxis. În cadrul analizei, s-a determinat presiunea exercitată de masa de pământ alunecător, și, după caz, a fost evaluată fezabilitatea implementării unor structuri de sprijin, precum și a unor măsuri de prevenire a alunecărilor de teren, adaptate caracteristicilor specifice ale versantului studiat.

În **Capitolul 1 “Impactul, cauzele și modul de manifestare a alunecărilor de teren”** se subliniază importanța studierii fenomenului alunecărilor de teren, având în vedere impactul considerabil pe care acesta îl exercită asupra societății, economiei și mediului înconjurător.

A fost estimat gradul de studiere a alunecărilor de teren, având în vedere complexitatea și influența acestora. Totodată, au fost analizate cazuri de rezonanță de alunecări de teren, atât la nivel național, cât și internațional, subliniindu-se importanța înțelegerii cauzelor și factorilor declanșatori ai fenomenului dat.

În **Capitolul 2 “Măsuri de prevenire și atenuarea a alunecărilor de teren”**

Pentru determinarea coeficientului de stabilitate real al versantului K_y , precum și a presiunii de alunecare E_{al} a fost analizată metoda analitică propusă de **Shakhunyants G.M.**

De asemenea pentru o mai buna cunoaștere a procesului de modificare a caracteristicilor de rezistență în timp a pământurilor a fost studiată metoda propusă de Maslov N.N. care prevede luarea în considerație a caracteristicilor reologice ale pământurilor argiloase la determinarea valorilor de calcul a acestora.

Au fost evidențiate principalele metode de prevenire a alunecărilor de teren, subliniindu-se importanța implementării acestora pentru asigurarea stabilității versanților și prevenirea riscurilor asociate.

În **Capitolul 3 “Evaluarea stabilității versantului din or. Codru, mun. Chișinău”** au fost descrise condițiile geologice, hidrologice și seismice ale terenului investigat, fiind analizată structura geologică a versantului studiat și evidențiate principalele cauze care pot favoriza dezvoltarea deformărilor de curgere lentă. A fost realizată o investigație amplă pentru

determinarea stării de echilibru a versantului, utilizând metoda analitică propusă de Shakhunyants G.M., bazată pe teoria stării de echilibru limită. În urma acestei analize, au fost definite cinci suprafețe de alunecare, ceea ce a condus la dezvoltarea a zece modele de calcul și identificarea a 50 de coeficienți de stabilitate pentru diferite condiții de rezistență ale pământurilor.

Au fost trasate diagramele presiunii de alunecare pentru cele cinci scheme de calcul și au fost analizate presiunile de alunecare exercitate asupra structurilor de sprijin. Rezultatele obținute prin metoda analitică au fost validate prin compararea acestora cu valorile generate de programul Plaxis. În cadrul simulărilor realizate în Plaxis, au fost dezvoltate trei scheme distincte de aplicare a sarcinilor provenite de la construcțiile planificate, identificându-se schemele de deformații și coeficienții de stabilitate.

De asemenea, au fost analizate limitările și neajunsurile metodei numerice utilizate în Plaxis, precum și eficiența metodei de reducere a parametrilor de rezistență (ϕ -c-reduction), care stă la baza calculului factorului de siguranță. Ulterior, a fost descrisă metodologia de calcul pentru structurile de sprijin, fiind propuse recomandări pentru implementarea acestora, în vederea asigurării unei stabilități optime a versantului.

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

Scopul problemei abordate în cadrul acestei teze constă în evaluarea stabilității unui versant real cu potențial de alunecare și formularea recomandărilor pentru prevenirea și minimizarea impactului dezastrelor asociate alunecărilor de teren.

Studiul efectuat permite formularea următoarelor **concluzii**:

1. Deși fenomenul alunecărilor de teren este bine cunoscut în ziua de azi, iar metodele de estimare a stabilității versanților au evoluat considerabil, acesta continuă să genereze pagube semnificative.
2. Este esențial de înțeles că prevenirea alunecărilor de teren este considerabil mai eficientă din punct de vedere economic decât gestionarea pagubelor pe care acestea le provoacă. Investițiile în măsuri preventive, precum stabilizarea versanților, implementarea sistemelor de monitorizare și gestionarea responsabilă a terenurilor, pot reduce semnificativ riscurile și costurile asociate cu aceste fenomene, contribuind totodată la protecția comunităților și a infrastructurii.
3. Rezultatele obținute în urma calculului coeficientului de stabilitate prin metoda analitică și metoda elementelor finite, utilizată în programul Plaxis, au evidențiat diferențe de până la 10% pentru versantul neîncărcat. Aceste diferențe subliniază faptul că aplicarea combinată a celor două metode contribuie la o evaluare mai precisă și realistă a comportamentului versantului. Această abordare este esențială pentru determinarea corectă a presiunii de alunecare exercitate asupra structurilor de sprijin și pentru fundamentarea unor soluții eficiente de consolidare.
4. Deși rezultatele au indicat că versantul studiat se află într-o stare de echilibru stabil, este esențial ca să se evalueze și posibilitatea dezvoltării deformațiilor în timp, în urma reducerii rezistenței pământului.
5. Pentru o evaluare mai fidelă a stabilității versantului, este esențial să se ia în considerare mai mulți factori semnificativi. Printre aceștia se numără încărcarea treptată a versantului la diferite etape de dezvoltare a construcției, fluctuațiile sezoniere ale nivelului apelor freatice, acțiunea forțelor seismice și reducerea rezistenței solului în timp. Aceste aspecte permit o modelare mai adecvată a comportamentului versantului.

Pe baza rezultatelor cercetării realizate și a concluziilor formulate, se pot propune următoarele **recomandări**:

1. Având în vedere extinderea semnificativă a versantului analizat, se recomandă realizarea unei analize detaliate pentru mai multe secțiuni geologice reprezentative, ținând cont de variabilitatea condițiilor geotehnice și de încărcarea neuniformă a acestuia. Această abordare asigură o înțelegere cuprinzătoare a comportamentului versantului și sprijină luarea unor decizii corecte pentru proiectarea măsurilor de consolidare și prevenire.
2. Pentru a preveni destabilizarea versantului în timpul construcției ansamblului rezidențial, se recomandă inițierea lucrărilor de construcție de la baza versantului spre partea superioară. În caz contrar, încărcarea excesivă a versantului de la vârf spre bază, în absența unor măsuri adecvate de consolidare la talpa, poate genera pierderea stabilității acestuia, cu riscuri majore pentru siguranța construcțiilor și a terenului adiacent.
3. Este esențial ca înainte de a alege metoda de stabilizare a unui versant să fie realizată o analiză minuțioasă a cauzelor care au generat sau pot provoca instabilitatea acestuia. Fără o astfel de evaluare, există riscul ca soluțiile implementate să fie inefficiente.
4. Pentru prevenirea sau stoparea unei alunecări de teren, nu este suficientă aplicarea unei singure măsuri, fiind recomandată implementarea unui complex de intervenții complementare.

De exemplu, la executarea zidurilor de sprijin, se recomandă ca în zona de contact dintre structură și pământul alunecător să fie prevăzut un sistem de colectare a apei, care va fi ulterior evacuată prin orificiile integrate în corpul zidului de sprijin.

5. Diferențe semnificative între rezultatele obținute prin metoda analitică și cea numerică au fost identificate în cazul comparării coeficientului de stabilitate al versantului încărcat cu construcții. Aceasta se datorează faptului că schema de încărcare descrisă anterior nu reflectă comportamentul real al structurii. În acest context, se recomandă ca sarcinile generate de construcții să nu fie aplicate direct pe stratul de pământ, ci să fie distribuite prin intermediul unor elemente constructive, precum placa de fundație. De asemenea, structura construcției este recomandat să fie modelată ca un cadru din beton armat, alcătuit din plăci, coloane și grinzi. Această abordare ar permite un transfer optim și rațional al sarcinilor către terenul de fundare, contribuind la stabilitatea generală a versantului.

BIBLIOGRAFIE

1. **Centre for Research on the Epidemiology of Distasters.** *Thirty years of Natural Disasters 1974-2003: the numbers.* UCL Presses Universitaires de Louvain, 2004, 188 p.
2. *Preventable Losses: Saving Lives and Property through Hazard Risk Management. A comprehensive Risk Management Framework for Europe and Central Asia.* Working Paper Series, No. 9. WB, 2004, 11 p.
3. **Schuster, R.L.** *Socioeconomic significance of landslides.* In: Turner, A.K.; Schuster, R.L. *Landslides – Investigation and Mitigation, Special Report 247,* Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C.: National Academy Press, 1996, 675 p. ISBN 0-309-06208-2.
4. <https://wmo.int/news/media-centre/economic-losses-from-extreme-weather-rocket-asia>.
5. **Sassa, K., Fukuoka H., Wang F.W., Wang, G.,** eds. *Landslides: Risk analysis and sustainable disaster management,* Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005, 415 p, ISBN: 978-3-540-28664-6. Disponibil: <https://doi.org/10.1007/s10346-009-0173-4>.
6. **Дьяченко В. В., Туркин В. А., Воробьев А.Е., Кукарцев В.В., Тынченко Я.А.** *Механизмы формирования оползней повышенной опасности (быстрых и протяженных). Горная промышленность.* 2024;(4):96-100. Disponibil: <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2024-4-96-100>.
7. https://redactia.ro/peste-670-de-morti-si-150-de-case-ingropate-dupa-o-alunecare-de-teren-unde-a-avut-loc-tragedia-video-326223?utm_source=chatgpt.com.
8. https://stirileprotv.ro/stiri/international/alunecare-masiva-de-teren-peste-220-de-persoane-au-murit-conform-unui-bilant-provizoriu.html?utm_source=chatgpt.com.
9. https://newsweek.ro/international/bilantul-zilei-236-e-numarul-deceselor-cauzate-de-alunecari-de-teren-si-inundatii-unde-se-intampla?utm_source=chatgpt.com.
10. https://www.stiripesurse.ro/alunecarile-masive-de-teren-din-uganda-provoaca-zeci-de-victime-si-pagube-devastatoare_3507803.html?utm_source=chatgpt.com.
11. <https://forestdesign.ro/index.php/ro/blog/53-alunecarile-de-teren>.
12. **Полканов В.Н.** *Роль геологических процессов в развитии оползней на территории Молдовы.* Кишинэу: Editura "Tehnica – UTM", 2013. 176 с. ISBN 978-9975-45-252-6.
13. **Орлов, С.С.; Устинова, Т.И.** *Оползни Молдавии.* Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1969, 156 с.
14. **Орлов, С.С.; Тимофеева, Т.А.** *Геодинамические процессы в Молдавии и борьба с ними.* Кишинев: Штиинца, 1974, 70 с.

15. **Орлов, С.С.; Тимофеева, Т.А.; Абраменко, П.Г.** *Противооползневая защита в Молдавии*. Кишинев: КПИ им. С.Лазо, 1981, 82 с.
16. **Mîndru, G.** *Estimarea expunerii teritoriului Republicii Moldova către manifestarea anumitor riscuri naturale*. Teză de doctor în științe geonomice, Chișinău, 2019.
17. **Mîndru G.** *Impactul alunecărilor de teren asupra mediului natural și spațiului construit din Republica Moldova*. In: materialele conferinței științifice a doctoranzilor ediția a V-a "Tendințe contemporane ale dezvoltării științei: viziuni ale tinerilor cercetători". Chișinău, USAM, 15 martie 2016, vol. 3, p. 260-264.
18. **Ceban O.** Rolul proceselor reologice la calculul construcțiilor de sprijin, edificate pe versanți alunecători din Republica Moldova. Teza de dr. în tehnică. Chișinău, 2018. 176 p.
19. **Cîrlan A.** Studiul proprietăților reologice ale solurilor pentru evaluarea stării de tensiune-deformație a terenurilor de fundații. Teza de dr. în tehnică. Chișinău, 2019. 269 p.
20. https://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocument/32219#id_anxA43_ttl.
21. **Cruden D. M.** *A simple definition of a landslide. Bulletin of the International Association of Engineering Geology*, No. 43, 1991, pp. 27–29.
22. **Маслов Н.Н.** *Физико-техническая теория ползучести глинистых грунтов в практике строительства*. Москва: Стройиздат, 1984. 176 с.
23. Мемуары Российской Академии наук, Том 1. Исследование берегов Черного моря между Бугом и Днестром. 1831 г.
24. **Niculîță M.** *Alunecările de teren – stadiul actual al cercetării la nivel internațional și nevoile de racordare a terminologiei utilizate în România*. In: Buletinul Societății de geologie din România, Serie nouă Tom XVII-XVIII (XXCVII-XXCVIII), 2023, București: Editura CCD Press București, 2023, pp. 116-146. ISSN 1582-3962
25. **Terzaghi K.** *Mechanism of landslides*. În S. Page (coord.), *Engineering Geology (Berkey) Volume*, Geological Society of America, 1950, pp. 83-123.
26. **Маслов Н.Н.** Условия устойчивости склонов и откосов в гидроэнергетическом строительстве. Ленинград: Госэнергоиздат, 1955. 467 с.
27. **Вялов С.С.** Реологические основы механики грунтов. Москва: Высш. шк., 1978. 448 с.
28. **Гольдштейн М.Н., Туровская А.Я., Тимофеева Т.А.** Исследование глубоких оползней Одессы. В: Вопросы геотехники, 1968, № 12, с. 7-36.
29. <https://www.nytimes.com/1971/11/12/archives/15-japanese-are-killed-during-landslide-test.html>.
30. <https://www.britishpathe.com/asset/156331/>.

31. **Varnes D. J.** *Landslide types and processes*. In: Landslides and engineering practice, Special Report 29. Highway Research Board, National Academy of Sciences, Washington DC, 1958, pp. 20-47.
32. **Varnes D. J.** *Slope movement types and processes*. In Landslides. Analysis and control, Transportation Research Board Special Report 176, National Academy of Sciences – National Research Council, Washington DC, 1978, pp. 12–33.
33. **Cruden D. M., Varnes D. J.** *Landslide types and processes*. In: Landslides, investigation and mitigation. Transportation Research Board Special Report 247, Washington DC, 1996, pp. 36–75.
34. **Popescu M. E.** *A suggested method for reporting landslide causes*. Bulletin of the International Association of Engineering Geology, 50(1), 1994, pp. 71–74.
35. **Polcanova A., Polcanov V.** Economic and social features of construction in complex engineering and geological conditions. In: *Competitiveness and sustainable development: conference proceedings of the 6th Economic International Conference 7nd - 8rd November 2024*. Technical University of Moldova, Faculty of Economic Engineering and Business. Chisinau: Tehnica-UTM, 2024, pp. 197-202. ISBN 978-9975-64-483-9(PDF). Disponibil: <https://fieb.utm.md/wp-content/uploads/sites/9/2024/12/Conference-proceedings-CSD-7-8.11.2024.pdf>
36. **Полканов В.Н.** Роль реологических процессов в развитии оползней на территории Молдовы. Кишинэу: Editura "Tehnica – UTM", 2013. 176 с. ISBN 978-9975-45-252-6
37. **Henkel D.J.** Investigation of two long-term failures in London clay slopes at Wood Green and Northolt. In: Proceedings of the 4th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, London, UK, 12-24 August 1957; Butterworths Scientific Publications: London, UK, 1957, pp. 315-320.
38. **Suklje L.** Rheological problems of soil mechanics. Stroyizdat, Moscow, 1973. 485 p.
39. **Peterson R.** Discussion. In: Proceedings of the 3rd International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, vol. 3, Zurich, Switzerland, 16th-27th August 1953; Organizing Committee ICOSOMEF: Zurich, Switzerland, 1953, 211 p.
40. **Tiedemann B.** Über die Scherfestigkeit bindiger Böden. In: Bautechnik, Vol. 15, 1937, pp. 400–403.
41. **Hvorslev M.J.** Über die Festigkeitseigenschaften gestörter bindiger Böden. In: Ingeniörvidenskabelige Skrifter, Series A, Copenhagen, Danmark, 1937; Danmarks

- naturvidenskabelige samfund, i kommission has G.E.C. Gad: Copenhagen, Danmark, 1937, 159 p.
42. **Turnbull J. McN.** Shearing resistance of soils. In: Proceedings of the 1st Australia-New Zealand Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Melbourne, Australia, June 1952; University of Melbourne: Melbourne, Australia, pp. 48-81.
 43. **Skempton A.W.** Long-term Stability of Clay Slopes. In: IV Rankine Lecture, Geotechnique, 1964, vol. 14, pp. 75-102.
 44. **Fang, C.; Shimizu, H.; Nishiyama, T.; Nishimura, S.** *Determination of residual strength of soils for slope stability analysis: State of the Art Review.* In: Reviews in Agricultural Science, Volume 8, 2020, pp. 46-57 Available online: https://doi.org/10.7831/ras.8.0_46
 45. **Suzuki, M.** *Basic study on residual strength of soil by ring shear test.* Ph.D. Thesis, Shinshu University, 1998, 205 p. [in Japanese]. Available online: <https://doi.org/10.1193/1.1585586>
 46. **Гинзбург Л.К.** *Противооползневые удерживающие конструкции.* Москва: Стройиздат, 1979, 80 с.
 47. *Рекомендации по количественной оценке устойчивости оползневых склонов.* Москва: Стройиздат, 1984. 80 с.
 48. **Australian Geomechanics Society, Sub-Committee on Landslide Risk Management (AGS).** *Landslide Risk Management Concepts and Guidelines*, 2000, pp. 49-92.
 49. **Indicativ GT006-97** “*Identificarea și monitorizarea de teren și stabilirea soluțiilor cadru de intervenție, în vederea prevenirii și reducerii efectelor acestora, pentru siguranța în exploatare a construcțiilor, refacerea și protecția mediului*”. Institutul de studii și proiecte pentru îmbunătățiri funciare I.S.P.F.-S.A., București, 1997.
 50. *Identificarea și delimitarea hazardurilor naturale (cutremure, alunecări de teren și inundații). Hărți de hazard la nivelul teritoriului județean. Secțiunea III.*
 51. **Hutchinson, J.N.** *The assessment of the effectiveness of corrective measures in relation to geological conditions and types of slope movement.* In: Bulletin IAEG, 16, 1977, pp. 131-155. DOI: [10.1007/BF02591469](https://doi.org/10.1007/BF02591469).
 52. **Bromhead, E.N.** *The Stability of Slopes.* 2nd edition, London and New York: Taylor & Frands Group, 2000, p. 406.
 53. **Popescu, M., Sasahara, K.** *Engineering measures for landslide disaster mitigation.* In: Sassa, K.; Canuti, P.; eds. *Landslides – Disaster risk reduction.* Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009, pp 601-631, ISBN: 978-3-540-69966-8, DOI:[10.1007/978-3-540-69970-5_32](https://doi.org/10.1007/978-3-540-69970-5_32).

54. **Carcelea, A.** *Managementul riscului hazardurilor: abordarea integrativă a Băncii Mondiale.*
In: Natural and Anthropogenic Hazards, Nr. 5 (23), 2005, p. 42-48. Disponibil:
https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/Managementul%20riscului%20hazardurilor%20abordarea%20integrativ%C4%83%20a%20b%C4%83ncii%20mondiale.pdf.
55. <https://agora.md/stiri/94819/mai-multe-gospodarii-din-orasul-codru-sub-risc-de-alunecari-de-teren-din-cauza-unor-lucrari-de-constructii-primaria-ridica-din-umeri>.