

SOLUȚII DE INTERVENȚII ASUPRA ALUNECĂRILOR DE TEREN DIN ZONA DRUMURILOR. STUDIU DE CAZ

Diana-Nicoleta DIMA¹, Răzvan CHIRILĂ², Gelu-Răzvan GIMIGA¹

¹ Departmentul Căi de Comunicații și Fundații, Facultatea de Construcții și Instalații, Universitatea Tehnică
"Gheorghe Asachi" din Iași, Iași, România

² GeotehnIS Concept S.R.L., Iasi, Romania

* Autorul corespondent: Diana-Nicoleta DIMA, diana-nicoleta.dima@academic.tuiasi.ro

Rezumat. În țara noastră sunt prezente o gamă largă de pământuri de fundare, unele dintre ele având caracteristici inferioare celor necesare susținerii corespunzătoare a unei căi de comunicații. Acest lucru ridică unele dintre cele mai frecvente probleme din domeniul infrastructurilor rutiere, respectiv a alunecării versanților din arealul aferent execuției drumurilor. Aceste fenomene apar din ce în ce mai frecvent, mai ales în urma unor perioade cu instabilitate atmosferică accentuată, conducând uneori la incapacitatea parțială de utilizare a sectorului de infrastructură afectat. În unele cazuri, dezvoltarea fenomenului poate conduce la blocarea circulației și izolarea comunităților din zonă, până la distrugerea unui sector de drum bine definit și chiar la pierderi de vieți omenești.

În scopul menținerii cerințelor de calitate impuse prin lege și a limitării riscului de atingere a stării limită de exploatare normală, respectiv de compromitere a structurii, administratorii, împreună cu personalul implicat direct în întreținerea sau expertizarea zonei afectate, realizează lucrări de examinare directă sau investigare prin mijloace de observare și măsurare specifică. În practica curentă, aceste lucrări fac parte din expertizarea tehnică a zonei afectate, fiind realizate de către o echipă specializată, condusă de un Expert tehnic autorizat în domeniu.

Cuvinte cheie: alunecare de teren, investigații, monitorizare, sector de drum, soluții de consolidare cu piloți foraj

Introducere

În acest articol, autorii își canalizează atenția asupra stabilirii cauzelor dezvoltării fenomenelor de instabilitate a terenului de fundare pentru un sector de drum local din regiunea Moldovei și a soluțiilor de consolidare, amenajare și urmărire a comportării în exploatare a zonei consolidate. Fenomenele meteorologice care au avut loc în ultimii ani au afectat puternic sectorul de drum investigat prin scurgerile de apă freatică, care au angrenat particulele de pământ din imediata apropiere, rezultând declanșarea unei alunecări de teren pe o lungime de 40 m.

Situația actuală din amplasament. Caracteristicile zonei analizate. Cauzele degradărilor

În lungul traseului analizat a fost identificat un areal care are probleme de stabilitate (Figura 1), denivelări și gropi cauzate de lipsa sistemelor de drenaj și întreținere, precum și forme de eroziune la suprafața terenului pe zonele în pantă, dat fiind faptul că terasamentul drumului a fost susținut de o structură formată din gabioane. Arealul se încadrează în zona cu risc ridicat de cedare sau alunecare de teren, cu probabilitate mare de producere a alunecărilor de teren de tip primare.

Datorită fenomenelor meteorologice intense, sectorul de drum a fost puternic afectat de scurgerea apei pluviale, fapt ce a dus la formarea unei alunecări de teren pe o lungime de 40 m. Această alunecare s-a produs în lungul drumului, pe zona de rambleu, fiind evidențiate trepte succesive de rupere ce pun în pericol stabilitatea generală a drumului.

Pe taluzul parțial împădurit din amonte (debleu), din cauza apelor din precipitații, s-au format suprafețe saturate care s-au înmuiat până la stadiul de curgere. Materialul curgător și apa

de pe versant se descarcă necontrolat pe zona drumului. Tot în amonte au fost identificate zone de contrapantă care au favorizat bălțirea apelor din precipitații.

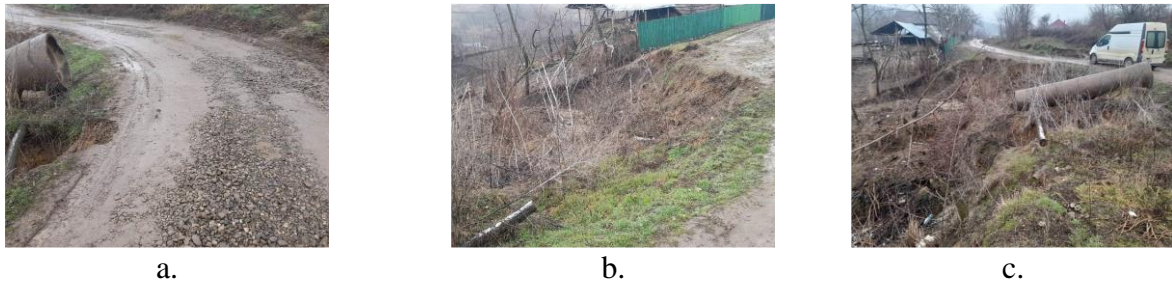


Figura 1. Alunecarea de teren analizată

La baza taluzului de debleu nu există un șanț pereat pentru colectarea apelor, iar podețul existent este colmatat și nu are o cameră de cădere pentru colectarea apei din amonte și din șanțuri.

Îmbrăcămintea rutieră nu este corespunzătoare deoarece prezintă zone de contrapantă și refulare datorită aportului excesiv de apă. Viabilitatea drumului este afectată, astfel încât circulația rutieră și pietonală nu se poate desfășura în condiții normale. Acostamentele sunt realizate din pământ și sunt degradate din punct de vedere structural.

1. Caracteristici geologice, geomorfologice și hidrologice

Sectorul analizat este amplasat în Podișul Central Moldovenesc, cu altitudini de până la 200 m, văi largi cu iazuri și versanți, cu alunecări numeroase. O parte redusă a sectorului aparține regiunii orogen și restul regiunii de platformă. În zona investigată geotehnic, râul Cetățuia este colectorul întregii rețele hidrografice din zona amplasamentului.

2. Caracteristici seismice

Din punct de vedere seismic (Figura 2), teritoriul țării noastre se împarte în macrozone care au intensități seismice de 6, 7, 8, respectiv 9 grade. Zona analizată se încadrează la gradul 7,1 pe scara MSK (Medvedev, Sponhauer, Karnik) din [1] și se situează în extremitatea sud-vestică a Platformei Ruso - Moldovenești ce manifestă mișcări pozitive de 5 mm pe an.

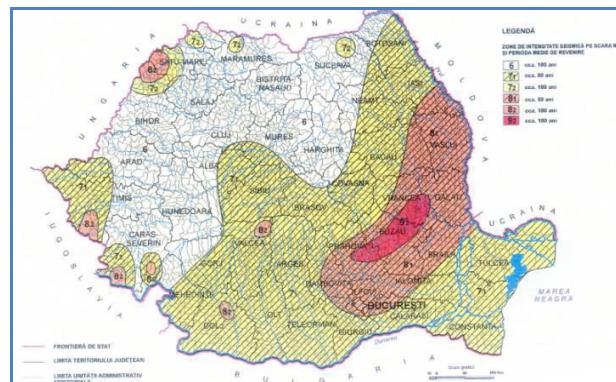


Figura 2 - Zonarea seismică. Macrozonarea teritoriului României

În [2], pentru cutremure care au intervalul mediu de recurență $IMR = 225$ ani, cu probabilitatea de depășire în 50 de ani (Figura 3), valoarea coeficientului seismic este $a_g=0,25$ g, iar perioada de control (colț) $T_c = 0,70$ s (Figura 4).

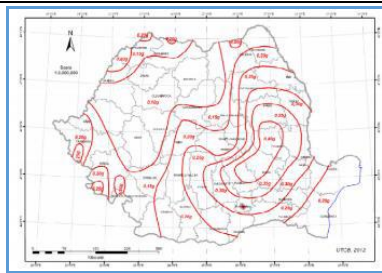


Figura 3 – Zonarea valorilor de vârf ale accelerației terenului pentru proiectare ag cu IMR = 225 ani și 20% probabilitate de depășire în 50 de ani conform [2]

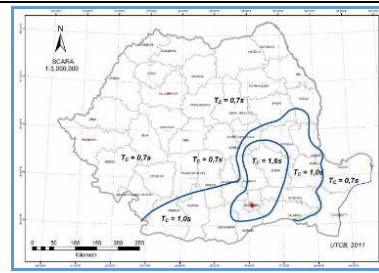


Figura 4 - Zonarea teritoriului României în termeni de perioada de control (colț), TC a spectrului de răspuns

3. Caracteristici climatice

Sectorul analizat se încadrează în zona cu climat temperat-continental, având influențe din zona baltică. Cantitatea de precipitații este de 500-700 mm/an, cu valori mai scăzute în lunile ianuarie, februarie, martie și valori mai ridicate (600-700) în lunile iunie, iulie.

Zona este caracterizată prin temperaturi medii anuale de 9-10°C, temperatura minimă a aerului coboară până la -20°C în lunile de iarnă și atinge valori +39°C în cele de vară.

După cum prevede [3], în zona studiată adâncimea maximă de îngheț este 80-90 cm (Figura 5).

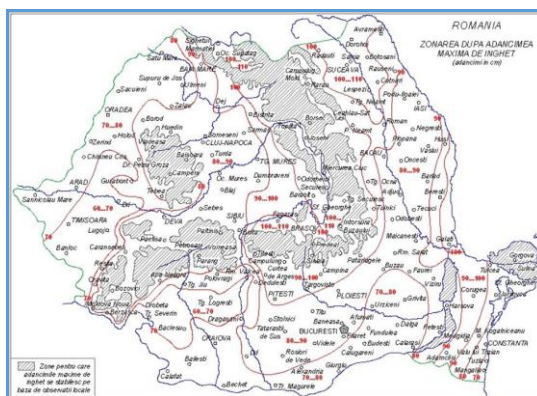


Figura 5 - Adâncimi maxime de îngheț. Zonarea teritoriului României conform [3]

Condiții geotehnice. Metode, utilaje și aparatură

Terenul de fundare a fost investigat din punct de vedere geotehnic în zona cu alunecarea de teren, prin realizarea unei încercări de penetrare dinamică pe con de tip DPH cu adâncimea de 14,0 m (Figura 7) și a două foraje: unul în corpul drumului la adâncimea de 15,0 m și al doilea în aval la -2,70 m față de cota drumului la adâncimea de 8,0 m.

Forajele geotehnice au fost efectuate echipamente geotehnice specifice. Astfel, au fost prelevate probe tulburate și netulburate. Diametrul forajului este 100 mm.

În vederea întregirii informațiilor geotehnice și determinarea unor indici geotehnici derivați, s-a realizat o încercare de penetrare dinamică pe con de tip DPH (Figura 6).



Figura 6 - Echipament penetrometru dinamic greu DPH

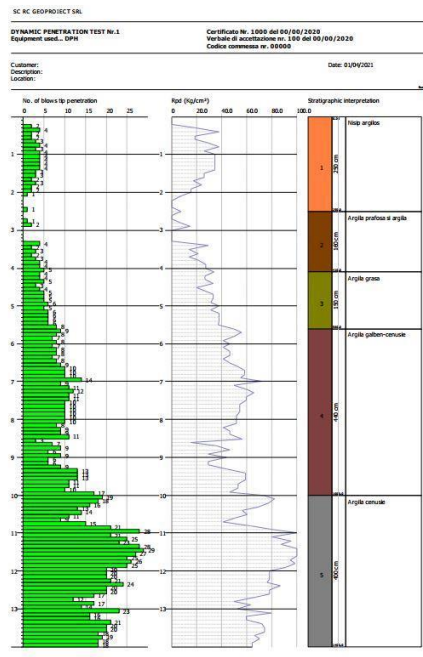


Figura 7 – Grafic test penetrare dinamică

Pentru stabilirea celor mai bune soluții de intervenție au fost luate în considerare următoarele aspecte:

- pe amplasament s-a produs un fenomen de alunecare
- sunt vizibile elementele principale ale unei alunecări de teren (ebulment, corp alunecare, trepte de rupere și coronament)
- sub acțiunea unor factori perturbatori, există riscul ca fenomenul să se dezvolte în amonte și să afecteze în totalitate sectorul de drum comunal

Astfel, s-a impus realizarea unei analize de stabilitate cu ajutorul programelor de calcul (metoda Fellenius și Bishop), prin metode ce admit condițiile de echilibru limită, în care să se evidențieze planurile potențiale de alunecare (Figura 8), respectiv riscul de avansare a alunecării către corpul drumului.

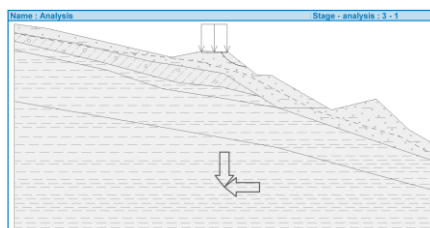


Figura 8 – Suprafețe potențiale de alunecare

Concluzii și recomandări

Din analiza stratificației terenului relevată prin foraje geotehnice și din rezultatele analizelor de stabilitate se pot trage următoarele concluzii:

- În condiții naturale (solicitări statice), terasamentul drumului nu are stabilitatea asigurată. Au fost identificate suprafețe potențiale de alunecare care pun în evidență caracterul activ al alunecării de teren cu mici perioade de stabilizare relativă (fenomen dat de echilibrul natural de forțe interne în urma unei noi configurații a terenului)
- Prin urmare, sub acțiunea unor factori perturbatori, planurile de alunecare se pot forma în adâncime până la contactul cu stratul de rezistență (aproximativ -4.50m față de cota existentă a drumului)

- Având în vedere stratificația terenului și condițiile de microrelief se poate aprecia că suprafețele de alunecare se vor dezvolta succesiv – rotațional, atât în amonte – pe orizontală, cât și în adâncime – pe verticală, până la contactul cu stratul de rezistență. Acest lucru va conduce la afectarea în totalitate a sectorului de drum vizat de prezentul studiu

Factorul timp conferă alunecării de teren un caracter alternativ activ – stabil parțial, dar cu posibilitate de reactivare, cu planuri de alunecare ce au plecat de la adâncimi mici, cu dezvoltare în adâncime.

Principalele recomandări vizează eliminarea tuturor posibilităților de infiltrare a apei în teren și de umezire a acestuia cu efect negativ asupra construcției, prin realizarea următoarelor lucrări:

- Dispunere unei structuri de consolidare din piloți forajți cu diametru de minim 600 mm, la adâncimea minimă de 14,0 m. Piloții vor fi poziționați spațial, la distanță în plan, calculată astfel încât pământul să nu curgă printre piloți
- Dispunerea unui sistem de drenaj orizontal sub fundul de șanțului Adâncimea drenului va fi de minim 2.00m. Se va dispune pe o lungime de minim 40 ml
- Refacerea podețului de descărcare a apelor
- Se recomandă o sistematizare inițială a terenului atât pe aval, cât și pe amonte, apoi protejarea cu saltele din gabioane/ geocelule umplute cu beton
- Refacerea corpului de drum și asigurarea lățimii proiectate
- Asigurarea unor sisteme adecvate de colectare și evacuare a apelor meteorice, de tip rigole, șanțuri, rigole dreptunghiulare, etc.
- Decolmatarea și întreținerea șanțurilor existente
- Vegetalizarea întregului versant cu plante perene și arbori cu rădăcini adânci, în scopul de a elimina riscul de alunecări superficiale și eroziunii
- Dispunerea unei rigole ranforsate pe zona de debleu, cu scopul de a elimina riscul de curgere a pământului în zona șanțurilor
- Asigurarea siguranței circulației prin dispunerea de indicatoare și parapete metalice de protecție
- Monitorizare geotehnică cu minim 2 foraje echipate inclinometric și program de urmărire a deplasărilor ce pot să apară în interiorul versantului și a structurii de consolidare. Inclinometrele se vor dispune în piloții de consolidare.

Prin reabilitarea și modernizarea sectoarelor investigate, se urmărește sporirea capacității portante a sistemului rutier, creșterea siguranței circulației, mărirea stării de viabilitate a străzilor corespunzător traficului actual și de perspectivă.

Referințe

1. SR 11100/1-93 – Zonare seismică. Macrozonarea teritoriului României. Disponibil: <https://dokumen.tips/documents/sr-11100-1-1993-zonare-seismica-macrozonarea-teritoriului-romaniei.html>
2. Normativul P100-1/2013 – Normativ pentru proiectarea antisismică a construcțiilor de locuințe social-culturale, agrozootehnice și industriale. Disponibil: https://www.mdlnpa.ro/userfiles/reglementari/Domeniul_I/I_22_P100_1_2013.pdf
3. STAS 6054-77 – Teren de fundare. Adâncimi maxime de îngheț. Zonarea teritoriului Republicii Socialiste România. Disponibil: [\(PDF\) STAS 6054-77 - Adancimi maxime de inghet.pdf - DOKUMEN.TIPS](#)
4. CR 1-1-4/2012 – Cod de proiectare. Evaluarea acțiunii vântului asupra construcțiilor. Disponibil: [CR-1-1-4-2012.pdf \(ugir.ro\)](#)
5. CR 1-1-3/2012 - Cod de proiectare. Evaluarea acțiunii zăpezii asupra construcțiilor. Disponibil: [CR-1-1-3-2012-ordin-cod-notificare.pdf \(ugir.ro\)](#)