

Factorii specifice și dinamica proceselor de deplasare în masă de pe versantul drept al Sucevei – sectorul dintre Pârâul Șcheia și Pârâul Cetății

Costică BRÂNDUȘ*, Ionuț CRISTEA*, Virgil GRĂDINARU**

Cuvinte-cheie: cauze specifice, mecanismul alunecărilor

Our papers wants to be a contribution to the study of the mass movement processes affecting the slopes of the Zamca Plateau, in the limits of the city Suceava. We had in view the cuestas from the right side of the Suceava river, known from the previous researches as a major risk area, because of the occurrence of massive landslides (Martiniuc și Băcăuanu, 1960; Dinu și Cioacă, 1997). Base on the knowledge of the favorables factors specifics for the studie darea and on the rezults of the measurements concerning the rainfall quantities and soil temperature we did an interpretative analyse of the intime mechanism of the deluvial cover movement, of the variation of the movement intensity in difeferent time period. We concluded that there is a certain lack of concordance between the rainfalls and the mass movement, also we could determine that the speed of those movements increses from depth to surface, where the pseudosolifluctions are the main processes.

Studiul unor fenomene de risc geomorfologic, cum sunt alunecările de teren de pe teritoriul orașului Suceava, reprezintă o acțiune complexă și oarecum dificilă. Presupune efectuarea unei analize detaliate a acestor procese de deplasare în masă și identificarea unor cauze specifice, în scopul cunoașterii și combaterii fenomenului. Există și o latură practică a demersului, care, având în vedere vechimea și proporțiile pe care le îmbracă aceste procese, nu trebuie deloc neglijată.

Versantul drept al râului Suceava, din intravilanul municipiului omonim, la care ne referim, asigură legătura dintre principala zona rezidențială a orașului, situată pe platoul structural al Zamcăi, și platforma industrială Burdujeni – Itcani, din lunca Sucevei. Pe el sunt situate drumurile naționale 2 (Str. Cernăuți) și 29 (Str. Unirii), conducte de termoficare, linii ale rețelei de energie și telecomunicații precum și numeroase "clădiri ușoare" cu rețeaua stradală aferentă. Din punct de vedere geomorfologic, versantul este o cuestă, cu o pantă medie de cca 17° și o expunere generală către nord-est. Principalele procese denudaționale sunt cele de deplasare în masă (alunecări de teren), care

dau și nota specifică morfologiei versantului. Se remarcă, astfel, o alternanță de cornișe (de 5 -10 m înălțime) secundare, cu pseudoterase, monticuli și areale depresionare de băltire (Fig. 1, Tabelul 1). Cu perioade active și de stabilitate relativă, alunecările de pe versantul drept al râului Suceava au o îndelungată istorie. Cel mai probabil, sunt de vârstă holocenă, deși condiții favorabile producerii de alunecări au existat, desigur, încă din Pleistocen, în special în interglaciații. Cea mai veche alunecare cunoscută (în urma unor informații culese de la localnici, verificate pe teren prin foraje și menționate în studiile de specialitate) este cea din 1912, produsă în urma unei perioade de ploi abundente, care au durat circa 8 zile. Alte perioade de reactivare a cornișei platoului Zamca sau a deluviului vechi corespund anilor 1939-1940, 1963-1966, 1968-1970, 1996-1997, 2001-2003. După cum se poate observa, reactivările se produc aleatoriu și au durate medii de 2-3 ani.

Analiza ansamblului de informații de care dispunem permite evidențierea cauzelor generale și specifice care au stat la baza declanșării proceselor și totodată a celor care favorizează recrudescențele periodice.

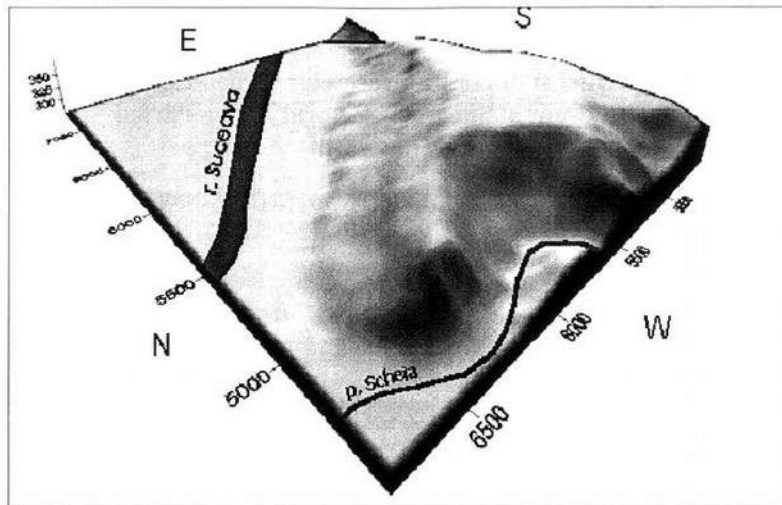


Fig. 1. Model digital al platoului Zameca și al versantului drept al Sucevei

Parametru	Valoare	Unitate de măsură
Lungime (<i>L</i>)	2279	m
Înălțime (<i>Hv</i>)	107,5	m
Perimetru (<i>Pv</i>)	6,7	km
Suprafață (<i>Sv</i>)	144	ha
Altitudine maximă (<i>Hmax</i>)	385	m
Altitudine minimă (<i>Hmin</i>)	277,5	m
Înclinare (<i>lv</i>)	17,8	grade
Orientare (<i>Ov</i> , azimut)	31	grade
Forma (<i>Fv</i>)	0 (versant mixt)	
Neuniformitatea versantului (<i>Uv</i>)	0,8	-
Magnitudinea fragmentării (<i>Mf</i>)	1,68	km/km ²

Tabelul 1. Principalele caracteristici morfometrice ale versantului drept al Sucevei

Alcătuirea geologică (litologia). În arealul versantului drept al râului Suceava, așa cum a putut fi observat din foraje, din deschiderile naturale și din cercetările geologice, apar depozite sedimentare de vârstă Sarmațian inferior (volhiniană) acoperite, în majoritate, de depozite de vârstă cuaternară, de origine eluvială și deluvială.

Sarmațianul a fost interceptat prin foraje la diverse adâncimi, ceea ce denotă grosimea diferită a materialului deluvial în diverse sec-

toare ale versantului și istoria relativ complicată a alunecărilor de teren de aici. În general este reprezentat prin gresii și argile marnoase. Alternanța de strate argiloase, impermeabile, cu strate nisipoase, permeabile, din cadrul acestor depozite reprezintă una din condițiile de bază ale producerii alunecărilor (Tabelul 2).

Cuaternarul cuprinde o varietate destul de mare de tipuri granulometrice, între care termenii predominanți sunt argila nisipoasă și nisipul argilos, alternanță ce favorizează exis-

Adâncime (m)	Tipul litologic
12.90	Argilă neagră, urmată de argilă marnoasă oliv
31.40	Argilă marnoasă galben-oliv
22.00	Gresie galbuie-cenușie, dură
18.10	Argilă marnoasă cenușie-oliv
22.65	Gresie
17.70	Argilă marnoasă cenușie-oliv
29.00	Argilă marnoasă cenușie

Tabelul 2. Variația pe verticală a litologiei depozitelor sarmațiene

tența unor pânze de apă suprapuse.

Prelucrarea datelor obținute din analizele granulometrice efectuate pe probele prelevate din forajele geotehnice executate de I.S.P.I.F. (1967), ținând cont de forajul și de adâncimea de prelevare a fiecărei probe, sugerează o zonare pe verticală a materialului astfel:

- majoritatea probelor prelevate de la adâncimi situate până la circa 10 m, fac parte din grupa argilelor și luturilor loessoide. Aceste materiale prezintă coeficienți de permeabilitate reduși, plasticitate ridicată și umidități naturale peste 20 %;

- cele mai multe probe provenind de la adâncimi mai mari de 10 m, indiferent de amplasare și de cota forajului, fac parte din grupa nisipului argilos, nisipului prăfos și a nisipurilor. Aceste probe sunt mult mai permeabile și cu plasticitate redusă.

Numărul mare de foraje executate pe versant, începând din anii 1960 și până în prezent, a permis, în același timp, localizarea unor suprafețe de alunecare active, caracteristice jumătății superioare a versantului, până la Strada Cernăuți. Conform celor mai recente date, acestea se situează între 7 și 35 m adâncime, mai jos decât cele menționate de C. Martiniuc și V. Băcăuanu în 1960 (3 - 10 m).

Morfologia de detaliu a versantului, în care se individualizează microdepresiuni și cornișe secundare de versant, favorizează adunarea temporară a apei și supraumectarea acestuia.

Caracteristici topoclimatice. Cantitatea medie anuală de precipitații (570 mm), ca și regimul acestora constituie factorul care favorizează în cel mai înalt grad procesele de versant. Dacă precipitațiile nu depășesc prea mult valorile medii înregistrate în regiune,

dacă sunt repartizate oarecum uniform în timp, iar infiltrarea apei în sol nu întrece posibilitatea drenării subterane, atunci se păstrează echilibrul forțelor care acționează asupra versantului. Imediat însă ce alimentația cu apă a solului depășește capacitatea sa normală de înmagazinare și drenare, coeziunea rocilor scade și alunecările devin iminente. Asemenea situații pe versantul drept al râului Suceava au fost înregistrate în anii 1912, 1929, 1939-1940, 1969-1970, 1996-1997, 2001-2002 - ani în care media multianuală de precipitații a fost depășită.

Faptul că versantul are o expoziție nord-estică influențează mai ales variațiile regimului caloric și hidric, frecvența și intensitatea proceselor de îngheț-dezghet. Temperaturile scăzute determină o evapotranspirație redusă și persistența stratului de zăpadă o perioadă mai lungă de timp, ceea ce contribuie la supraumectarea versantului și la creșterea riscului de producere a alunecărilor de teren.

Apa subterană. În raport cu structura geologică și alcătuirea petrografică a depozitelor în care sunt acumulate, apele cantonate în regiunea platoului Zameca și a versantului drept al râului Suceava pot fi împărțite în trei mari grupe: - ape situate în intercalațiile nisipoase din depozitele sarmațiene, cu caracter captiv, situate la diferite adâncimi (între 20 și 100 m), respectiv la altitudini absolute cuprinse între 359 și 280 m; - ape situate în baza depozitelor eluviale cuaternare, caracterizate prin prezența unui strat acvifer freatic situat la adâncimea de 10-12 m (la circa 370 m altitudine absolută, în dealul Zamca); - ape cantonate în depozitele deluviale de versant, întâlnite la adâncimi variabile, de la 3-4 m până la 0,5 m și chiar la suprafață, sub formă de bălțiri.

Caracteristică ultimei jumătăți de secol este creșterea continuă a nivelului freatic. Astfel dacă în perioada 1960-1970 nivelul freatic se situa, în apropierea cornișei, la cca 30 m adâncime, în prezent el se ridică la 13,8 m. Se apreciază faptul că această ridicare spectaculoasă a nivelului apei subterane pe platoul Zamca se datorează în principal pierderilor din rețelele de alimentare cu apă și termoficare apărute ca urmare a extinderii orașului. În plan secundar alte cauze ce au determinat ridicarea nivelului hidrostatic ar fi: astuparea unor pâraie cu rol drenant, obturarea unor izvoare de pe versant datorită construcțiilor edilitare, diminuarea evaportranspirației prin acoperirea suprafeței topografice cu rețele de drumuri, clădiri etc.

Apa de suprafață, reprezentată pe versant prin numeroase pâraie, unele canalizate, iar la baza versantului, de râul Suceava, are la rândul său importante consecințe asupra producerii alunecărilor. Se poate considera că, cel puțin în faza lor inițială, subminarea versantului de către apa Sucevei, care într-o anumită perioadă a curs la baza versantului, a jucat un rol important. Din acest motiv putem afirma că inițial alunecările au avut un caracter delapsiv. Astăzi, la o scară mult mai mică și în funcție de condițiile locale, o eroziune similară este exercitată de apele ce provin din izvoarele de pe versant. Acestea, uneori se scurg transversal și ajung să submineze în anumite sectoare materialul deluvial, mărind riscul de apariție a recrudescențelor.

Factorul antropic. Pe lângă condițiile fizico-geografice, în ultimul secol un rol tot mai mare în creșterea riscului de producere a alunecărilor pe versantul drept al Sucevei a revenit activităților antropice, care au determinat: - desființarea surselor individuale de apă (fântâni) și micșorarea capacității drenante a versantului prin blocarea unor izvoare, ca urmare a dezvoltării urbane; - ridicarea nivelului freatic (peste 15 m) în urma realizării în ultimii 30 de ani a unui sistem de alimentare cu apă, canalizare și termoficare, prin care se vehiculează debite importante de apă și implicit cu importante pierderi (30-50 % din apa vehiculată).

La aceste influențe negative, cu caracter pregătitor pentru declanșarea deplasărilor în masă, se mai adaugă altele, cu un caracter declanșator, între care pot fi enumerate: - circulația intensă a automobilelor și utilajelor grele pe cornișă și în zona versantului instabil, care produce vibrații și șocuri ce favorizează reducerea rezistenței la forfecare în masa de pământ saturat cu apă; - supraîncărcarea cornișei și deluviului cu diferite construcții.

Dinamica proceselor. După R.J. Bally și P. Stănescu (1971), în general, chiar atunci când procesul nu este evident, versanții sunt afectați de deplasări lente ale materialului deluvial, care se pot accelera sau culmina, cu alunecarea propriu-zisă, pe măsură ce factorii determinanți ai alunecării depășesc pragul de echilibru și încep să afecteze stabilitatea versantului. După aceiași autori, se pot deosebi deplasări lente, sezoniere, limitate la stratul de suprafață, cu temperaturi și umidități variabile (până la 1 m adâncime) și deplasări continue, în masa deluviului.

Primul tip de deplasări (lente, sezoniere) am încercat a-l surprinde prin analiza datelor rezultate în urma unor măsurători topografice efectuate semestrial, în ultimul deceniu, de o serie de firme specializate, finanțate de Primăria Suceava. Rețeaua topografică a fost alcătuită din pilaștri, încaștrați la 1,5 m adâncime și borne, amplasate la cca 0,5 m adâncime. Prin corelarea valorilor maxime ale deplasărilor bornelor, în diverse sectoare ale versantului, cu cantitățile semestriale de precipitații și cu variația temperaturilor din sol, în perioada 1998-2002, s-au putut face o serie de observații. Astfel, se constată că, în perioada la care ne referim, deși cele mai multe precipitații au căzut în perioada iunie-august, cele mai importante deplasări de suprafață au avut loc în lunile precedente. Face excepție de la această „regulă” anul 2002, când se poate sesiza un paralelism între creșterea cantității de precipitații și a ratei de deplasare pe versant. Explicațiile țin mai ales de particularitățile topoclimatice ale regiunii. Deplasarea reperilor de suprafață în perioada martie-iunie

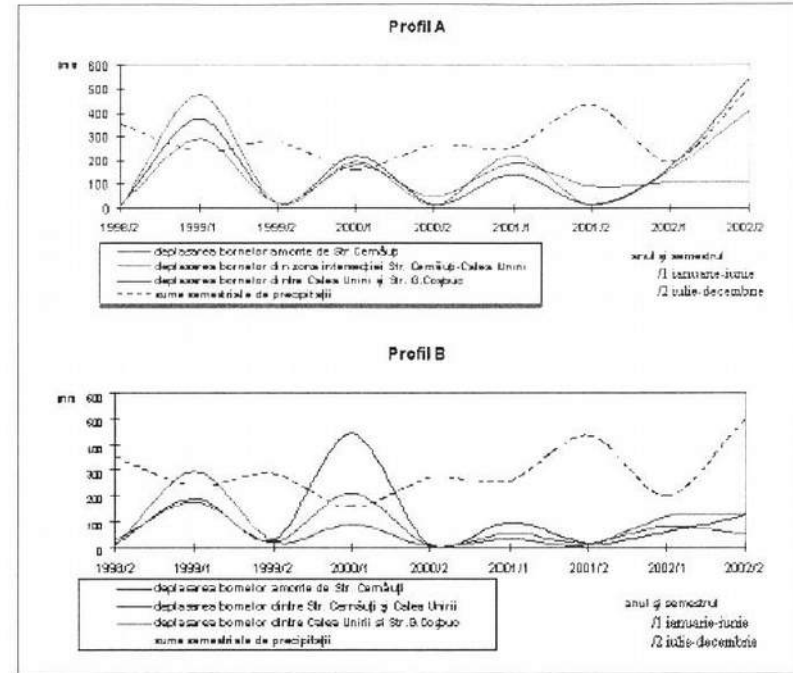


Fig. 2 – Grafice de corelație între deplasările depozitelor de versant situate până la cca 0,5 m adâncime și cantitățile semestriale de precipitații

poate fi legată de topirea zăpezilor și de dezghețul treptat sau brusc a părții superioare a solului, fenomene prelungite cel mai adesea până în luna aprilie. A doua jumătate a anului se caracterizează în schimb prin temperaturi mai ridicate, o evaportranspirație mai intensă, deci lipsa unui substrat care să faciliteze deplasarea orizonturilor superioare.

În același timp, analiza variației temperaturii din sol arată că în perioada studiată condiții de îngheț ale solului au existat doar la adâncimi de 0,5-0,10 m și aici doar pentru scurte perioade de timp, fapt care demonstrează lipsa unor condiții favorabile solifluxiunilor. Considerăm, astfel, că procesul responsabil de dinamica depozitelor de suprafață ale versantului este cel de pseudosolifluxiune, favorizat, de altfel, de prezența în cantități mari a mineralelor argiloase (Fig. 3).

Comparativ cu situația existentă în 1994, cele mai importante deplasări ale reperilor de suprafață s-au înregistrat la partea superioară a versantului (datorită declivităților mai mari) sau în apropierea principalelor străzi - Cernăuți, Calea Unirii, artera de legătură dintre cartierul Suceava cu zona industrială (datorită traficului auto). Cele mai mari valori ale deplasărilor înregistrate în această perioadă (1994-2002), depășesc 1000 mm.

Dinamica proceselor de deplasare mai profunde de pe versantul drept al Sucevei a fost cunoscută în urma unor foraje inclinometrice efectuate în perioada anilor '90, puse la dispoziția noastră de S.C. Proiect Bucovina. Din analiza datelor furnizate reiese că, în general, deplasările la adâncimi mai mari de 1-2 m, sunt mai lente decât cele de suprafață și au, ca și acestea, un pronunțat caracter sezonier. De

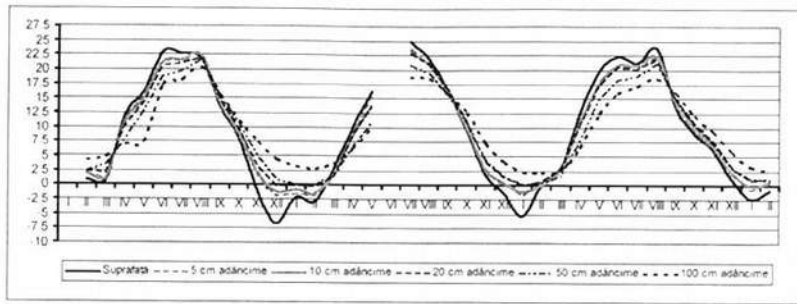


Fig. 3 - Variația mediilor lunare ale temperaturii în sol

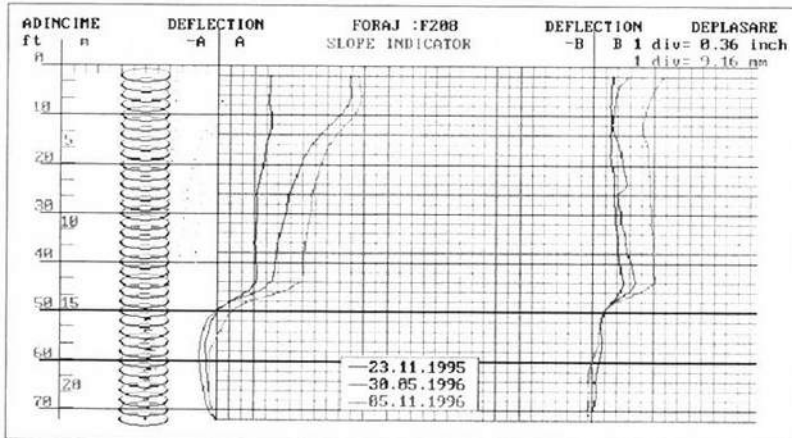


Fig. 4 - Reprezentare grafică a dinamicii de profunzime a deluviului versantului drept al Sucevei, în unul din forajele inclinometrice.

exemplu, în unul din forajele executate în apropierea străzii Șt. Ștefureac, în perioada noiembrie 1995 - mai 1996, la circa 14 m adâncime, deplasările au fost de 13,7 mm în timp ce în perioada mai 1996 - noiembrie 1996, deplasările au fost de circa 23 mm (fig. 4). Rezultă așadar o intensificare a procesului de alunecare în al doilea semestru al anului. În această perioadă, iulie-decembrie, s-au produs și principalele alunecări de teren (noiembrie 1940, august 1966, decembrie 1996, octombrie 2001, octombrie 2002).

Există totuși un decalaj între perioada cu o pluviozitate accentuată (lunile de vară-sep-

tembrie) și declanșarea alunecărilor de teren pe versant. Acest decalaj corespunde timpului necesar deplasării apei pluviale până la adâncimea la care forțele de rezistență sunt depășite. Astfel, deși în 2001 precipitații abundente au căzut în lunile iunie-iulie și mai ales septembrie (cu 148,4 mm de precipitații), recrudescența s-a produs în luna octombrie (cu 42,6 mm). Un alt exemplu este cel al anului următor, 2002, când cantități mari de precipitații s-au înregistrat în lunile iunie, iulie (219,1 mm) și august (112,3 mm) iar alunecarea de teren a avut loc tot în luna octombrie (34,8 mm).

Principalele concluzii care se pot desprinde se referă la neconcordanța în timp între căderea precipitațiilor și punerea în mișcare a materialului, cu perioade variabile de inerție și la viteze de deplasare din ce în ce mai redusă a materialului o dată cu creșterea

adâncimii. De asemenea, se deduce rolul foarte important, în producerea deplasărilor în masă, a alcătuirii granulometrice a materialului deluvial și importanța proceselor pseudosolifluidale în cazul deplasării materialelor superficiale.

BIBLIOGRAFIE

- BALLY, R.J., STĂNESCU, P. (1971), *Alunecări de terenuri. Prevenire și combatere*, Editura Ceres, București
- BOBOC, M. (2003), *Influențe antropice în evoluția alunecărilor de teren din jud. Suceava*, în *Analele Univ. „Ștefan cel Mare” Suceava*, 2001
- BRÂNDUȘ, C., GROZAVU, A. (1998), *Les facteurs décisifs dans la manifestation des processus geomorphologiques actuels dans le Plateau de la Moldavie*, în „*Analele Universității Oradea*”, seria geografie-geomorfologie, tom VIII-A, p. 153-156
- DINU, Mihaela, CIOACĂ, A. (1997), *Precipitation - induced landslides in the Moldavian Plateau (1996/1997)*, în *Revue Roumaine de Géographie*, tome 41, Ed. Academiei, p. 69-80
- EMANDI, E., CEAUȘU, I. (1988), *Contribuții de morfologie urbană la cunoașterea istoriei orașului Suceava 1388-1988*, în *Anuarul Muzeului Județean, Suceava*
- MARTINIUC, C., BĂCĂUANU, V. (1960), *Contribuții la studiul geomorfologic al orașului Suceava*, în *Analele științifice ale Universității „A.I. Cuza” Iași (seria nouă)*, secțiunea a II-a, tom VI, facs. 4
- SURDEANU, V. (1998), *Geografia terenurilor degradate. Alunecări de teren*, Editura „Presa Universitară Clujeană”, Cluj Napoca
- ZARUBA, Q., MENCL, V. (1974), *Alunecările de teren și stabilizarea lor*, Editura Tehnică, București
- *** (1985), *Geotehnica și problemele de sistematizare și protecție a mediului înconjurător*, Institutul de Proiectare, Suceava
- *** (1960), *Studiu geotehnic privind amenajarea zonei de nord-est a Sucevei*, Institutul de Studii și Proiectări, Suceava
- *** *Studii topografice pentru urmărirea mișcărilor de suprafață pe versantul de nord-est Suceava*, ciclurile de referință 1998/2 - 2002/2, S. C. Wareso, Suceava

* Universitatea „Ștefan cel Mare” Suceava
 ** S. C. Proiect Bucovina, Suceava