

## POSSIBILITĂȚI DE ABORDARE A PROCESULUI DE CREEP. STUDII CAZ DIN ZONA VĂII BISTRITZEI MOLDOVENEȘTI

(Possibilities of creep process approach. Case studies from Moldavian Bistritza Valley)

Nicolae RĂDOANE

### 1. Punerea problemei

Creepul se integrează în categoria proceselor de mișcare în masă (Fig. 1), dar se evidențiază mai puțin în morfologia reliefului. Dacă alunecările de teren, surpările, prăbușirile sunt procese cu efecte imediate în morfologie, pentru creep efectele sunt insesizabile, iar pentru evidențierea procesului sunt necesare observații îndelungate care, de cele mai multe ori, durează ani în șir.

DAVISON (1898) conf. T. STEPHANTAN (1980) a fost primul care a folosit termenul de creep prin acesta fiind definită deplasarea lentă a materialelor detașabile (necomacte) pe versanții din regiunile polare sub acțiunea sezonieră a înghețului și dezghețului. Puțin mai târziu, ANDERSON (1906) a introdus pentru acest proces termenul de solifluxiune care s-a dovedit a fi mai adecvat, fapt ce l-a consacrat în literatură.

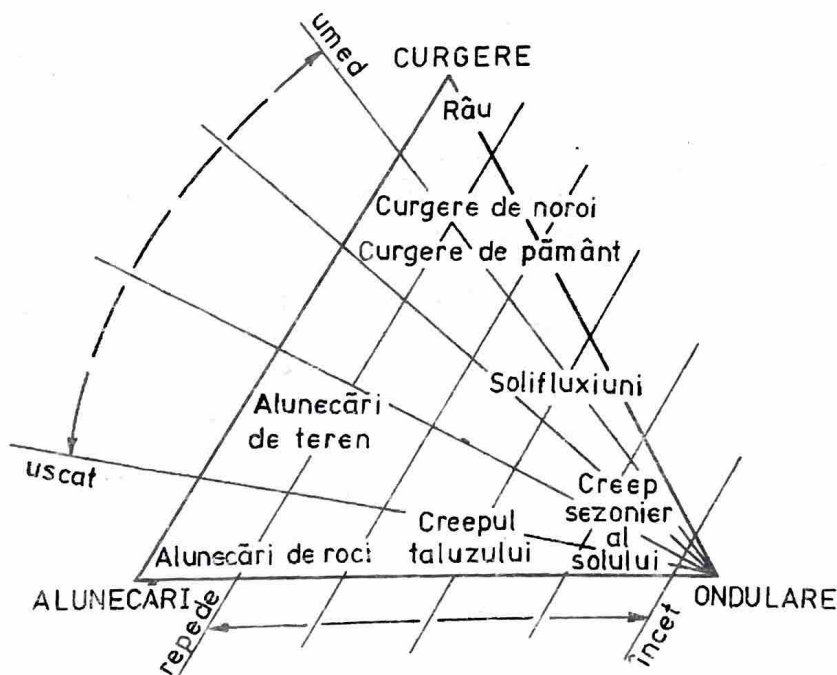


Fig. 1 Clasificarea formelor de mișcare în masă (după M. A. Carson și M. J. Kirkby, 1972).

În anul 1922, BRYAN (conf. SCHUMM, 1956) a dat o definiție acceptabilă și cuprinzătoare a procesului de creep, arătând că acesta reprezintă o mișcare lentă a solului și rocii precum și a materialului rezultat din meteorizația acestuia în josul versantului.

O definiție și mai simplă este cea dată de STRAHLER (1973), după care creepul reprezintă delăsarea foarte lentă către partea inferioară a versantului, a particulelor ce alcătuiesc solul și scoarța de alterare.

Între creep și alunecările de teren există o strânsă legătură, primul care a sesizat acest aspect a fost TERZAGHI (1950). După acesta, termenul alunecare de teren se referă la delăsarea rapidă a masei materialelor sub efectul gravitației, pe când creepul se produce cu o viteză imperceptibilă.

Totodată, TERZAGHI a făcut deosebirea între **creepul sezonier** și **creepul continuu** sau **creepul în masă**.

Una dintre cele mai importante trăsături ale creepului o reprezintă absența suprafețelor de alunecare. În cadrul creepului nu este vorba de o îndoire plastică, aici aranjarea reciprocă a constituenților solului și rocii se schimbă întrucâtva în timpul mișcării, dar rezultă din deformarea masei ca întreg și nu din deplasarea părților ei (T. STEPHANIAN, 1980).

În literatura de specialitate sunt cunoscute următoarele tipuri de creep : creepul solului, creepul taluzului, creepul rocilor, creepul rocilor înghețate.

Dintre aceste tipuri de creep cel mai bine a fost cercetat creepul solului, posibilitățile efectuării de măsurători fiind mai accesibile, dintre preocupări menționăm : YOUNG (1960, 1972), N.J. KIRKBY (1967), DEDKOV et al. (1978), MARIA SALA și P. SALVADOR (1980), STEPHANIAN (1980), AZHIGIROV (1991).

În România, problema creepului s-a pus mai mult descriptivă și mai puțin cantitativă. Semnalăm totuși și preocupări bazate pe măsurători cantitative : ICHIM (1979), BĂLTEANU (1980), BĂCĂINȚAN (1983), RĂDOANE (1983).

## 2. Măsurători asupra procesului de creep

În cadrul programului de cercetare s-au efectuat măsurători asupra : creepului solului, creepului de adâncime (creepul în masă), creepul taluzului. Unele dintre rezultate au fost publicate într-o lucrare anterioară (N. RĂDOANE, 1983).

### 2.1. Creepul solului (soil creep)

Pentru cercetarea procesului nu există o metodologie standardizată, modalitățile și tehnicile redade de cei care s-au ocupat de creepul solului diferă de la un autor la altul.

Pentru creepul solului, noi am folosit metoda "PILLAR TEST" menționată de YOUNG (1960, conf. 1972) care constă în introducerea în profilul solului a unor bucăți (bastonașe) din material plastic cu grosimi de 3-5 mm și lungimi de 4-5 cm, lipite cu un adeziv la capete. La unul dintre profile, în locul bastonașelor s-a folosit praf rezultat din mangal în amestec cu zgură măcinată care s-a păstrat foarte bine în sol iar culoarea diferită le-a făcut vizibile la măsurători. Găurile în care s-au introdus bastonașele și amestecul zgură - mangal au fost efectuate cu un dispozitiv special care a asigurat o poziție perpendiculară a profilului față de planul versantului (Fig. 2). La trei dintre perimetre s-au folosit și picheți din lemn cu lungimi da 40 cm din care 25 cm s-a introdus în sol, iar restul a rămas în afara solului. Specificăm că metoda țarușilor oferă numai posibilitatea cunoașterii mișcării părții superficiale dar nu și diferențierea vitezei de mișcare spre adâncime.

Versanții pe care s-au amplasat profilele au prezentat înclinări și folosințe diferite (Fig. 2, tabel 1), iar adâncimile profilelor nu au depășit 0,5 m. Perioada minimă de măsurători a fost de 4 ani (Fig. 3) iar cea maximă 11 ani (tabel 1).

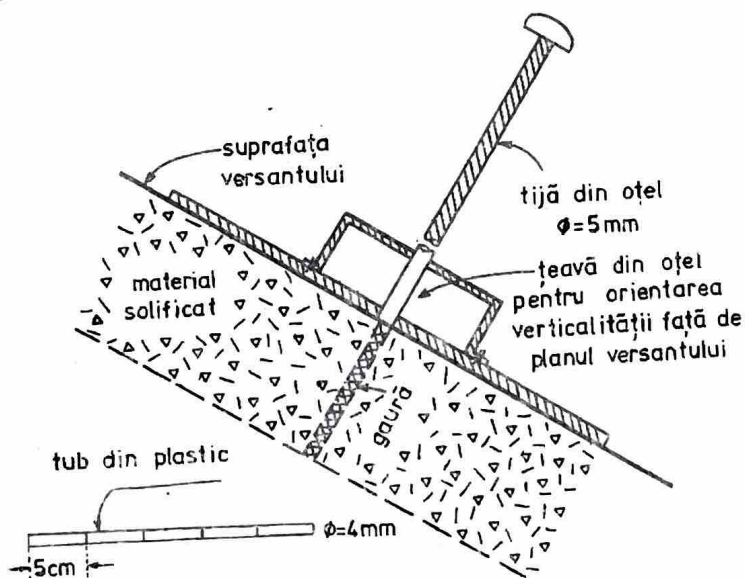


Fig. 2 Dispozitiv de introducere și orientare a bastonașelor în sol.

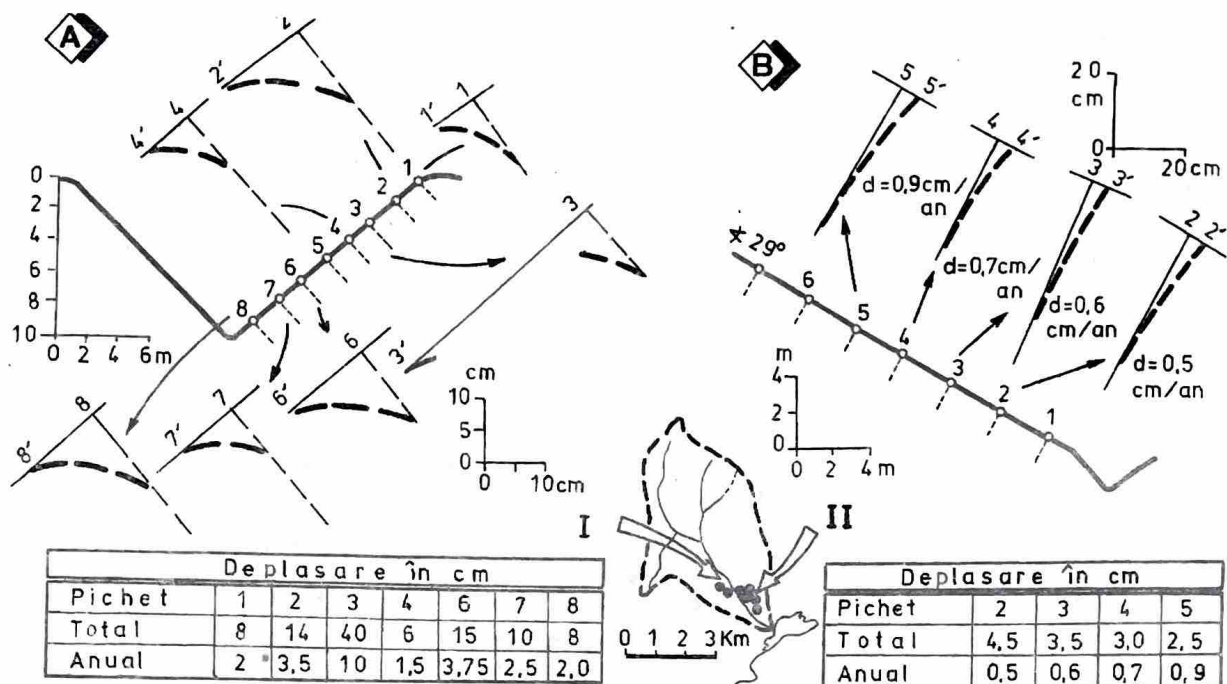


Fig. 3 Creepul solului, determinat în perimetrul de măsurători Pângărați.

Tab. I Date caracteristice ale perimetrelor situate în bazinul hidrografic Pângărați, în care s-au efectuat măsurători asupra ratei creepului

| Perimetrul | Profil | Tipul creepului | Înclinare versant | Folosința terenului | Perioada (ani) | Rata mișcării (mm) |        |
|------------|--------|-----------------|-------------------|---------------------|----------------|--------------------|--------|
|            |        |                 |                   |                     |                | Totală             | Anuală |
| III        | 1      | creepul solului | 26° - 27°         | pășune cu plantație | 7              | 200                | 28,5   |
| IV         | 1      | creepul solului | 28°               | fâneață             | 11             | 80                 | 7,3    |
|            | 2      | creepul solului | 28°               | fâneață             | 11             | 80                 | 7,3    |
|            | 3      | creepul solului | 28°               | fâneață             | 11             | 75                 | 7,0    |
| V          | 1      | creepul solului | 26° - 28°         | livadă              | 11             | 440                | 40,0*  |
|            | 2      | creepul solului | 26° - 28°         | livadă              | 11             | 407                | 37,0*  |

\*) amplasat în zonă în care se produc alunecări de teren

Ratele medii ale creepului solului, determinate în cele 5 perimetre, au diferit de la un punct la altul. Cele mai mari valori au fost de 37-40 mm/an și s-au înregistrat în perimetrul V (tabel 1) situat pe un versant cu înclinare de 26°-28°, folosit ca livadă și fâneață. Valorile au putut fi influențate și de faptul că în areal s-au produs și unele alunecări superficiale. Rate mari s-au înregistrat și în cazul perimetrului I (Fig. 3A) acesta fiind amplasat pe un versant al unei mici văi și a cărui înclinare medie a fost 38°-40°. Cu toate că aici a existat un bogat sistem de rădăcini (perimetrul fiind în pădure), ratele creepului la unul din punctele de măsurare au atins 10 cm/an la partea de suprafață. La celelalte puncte s-au înregistrat rate cuprinse între 1,5 - 3,75 cm/an. De asemenea, ca în toate punctele, viteza a fost mai mare în partea dinspre suprafață a solului, pe grosimi până la 10-15 cm, cu deplasare maximă în primii 5 cm, după care s-a redus spre adâncime. Această reducere sau chiar stagnare s-a datorat, probabil, și faptului că la adâncimi de peste 15 cm existau rădăcini groase ale copacilor care au contribuit la o oarecare frânare a mișcării materialului.

Rate mai mici s-au observat la perimetrul II (Fig. 3B) amplasat pe un versant folosit ca livadă și fâneață, cu un puternic substrat argilizat. Din cele 4 puncte, la care pichetii de control s-au păstrat, s-a obținut o rată medie de 6,8 mm/an cu diferențieri dinspre suprafață spre adâncime.

Diferențierile de mișcare de la suprafață spre adâncime s-au semnalat și în cadrul experimentelor efectuate de către alți cercetători : YOUNG (1960), DEDKOV et al. (1980), SALA și SALVADOR (1982), BĂCĂINȚAN (1983), AZHIGIROV (1991) și alții. Aspectul poate fi pus pe

seama profunzimii înghețului în sol și a variațiilor termice mai mari, precum și a variațiilor umezeală - uscăciune care se resimt cel mai puternic în partea superficială și scad spre adâncime.

O importanță deosebită, privind creepul solului, s-a acordat modificărilor pe care acesta le produce trunchiurilor arborilor. În literatura geomorfologică sunt invocate frecvente exemple de curbare sau înclinare a trunchiurilor arborilor ca efect al creepului. În cazul nostru s-au efectuat măsurători într-o plantație tânără de pini. Din corelarea vitezei de mișcare cu panta versantului (Fig. 4) a rezultat ecuația de forma :

$\log R_c = -0,27 + 0,015 I$  ( $r = 0,8$ );  $R_c$  = rata creepului (cm/an);  $I$  = înclinarea versantului (grade sexagesimale)

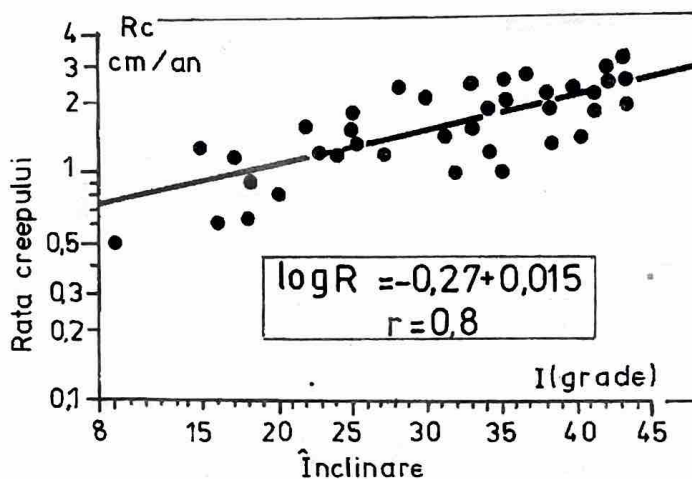


Fig. 4 Rata creepului determinată pe baza curbării și înclinării tulpinilor de arbori (după N. Rădoane, 1973).

Relația este valabilă numai pentru creepul solului, nu și pentru celelalte tipuri de creep, și se poate verifica pentru zone similare cu cele în care s-au efectuat măsurătorile.

Ratele medii anuale determinate de noi, pentru aceste perimetre experimentale, sunt comparabile cu cele redată de către alți cercetători, cu semnificația că panta versantului și tipul depozitelor se exprimă în aceste rate.

## 2.2. Creepul taluzului

Pentru efectuarea măsurătorilor s-au folosit picheți ( $h = 2$  m) plantați pe taluzurile a două halde de steril constituite din blocuri și bolovani (din gresii și marnă) cu diametre până la 40 cm. Picheții au fost plantați în poziție verticală la distanțe de 2 m și adâncimi de 0,5 m. Taluzurile pe care s-au amplasat cele două aliniamente au prezentat înclinări de  $33^{\circ}$ - $34^{\circ}$ . Picheții de la capete nu au intrat pe taluz, fiind considerați ca martori.

Primele modificări s-au observat la circa doi ani de la instalarea profilelor, prin ieșirea din aliniament a unora dintre picheți. La circa 4 ani de observații și măsurători se evidențiau zone în care deplasarea unora dintre picheți era mai redusă, dar și zone în care deplasarea era destul de mare (Fig. 5).

Măsurătorile asupra înclinării picheților s-au efectuat cu un înclinometru cu pendul iar ratele privind mișcarea s-au calculat prin metode grafice.

Analiza datelor referitoare la ratele de deplasare (Fig. 5) arată că în cazul acestui tip de creep ecartul mișcărilor a înregistrat valori cuprinse între 1,4-11 cm/an, cu o valoare medie (pentru cele 18 puncte) de 4,7 cm/an. Și aici s-au semnalat viteze mai mari pentru partea superficială a taluzului și mai mici spre adâncime. Este un aspect semnalat cu mult înainte, în cadrul unor experimente efectuate de către A. RAPP (1960), pentru zonele nordice ale Suediei.

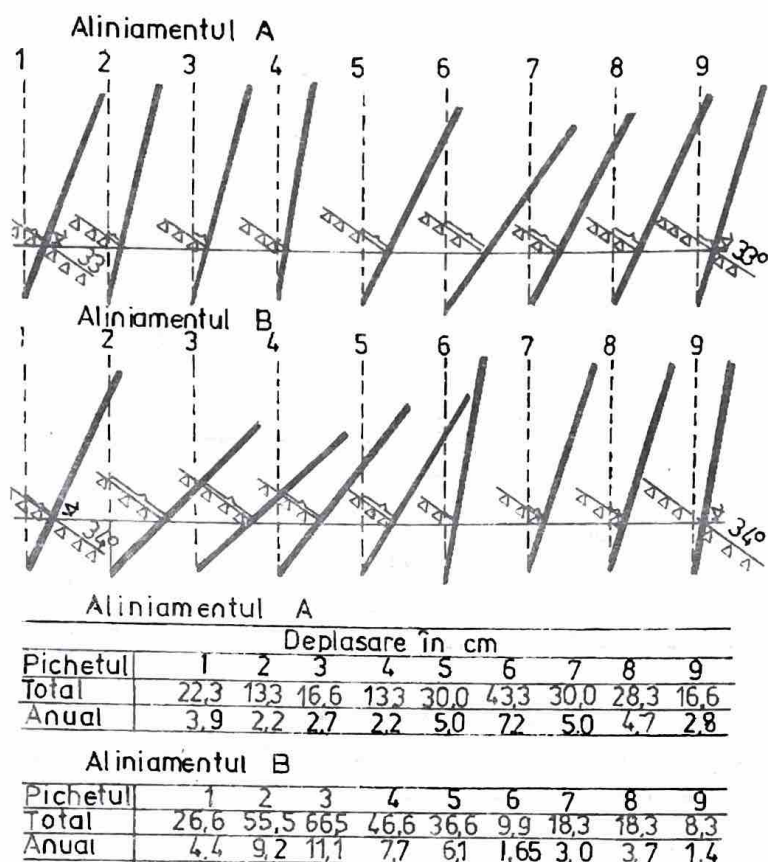


Fig. 5 Rata creepului rocilor (rock creep) determinată pentru două aliniamente situate pe o haldă de steril (1976 - 1982).

### 2.3. Creepul de adâncime

Acest tip de creep este cel mai puțin cunoscut în literatura de specialitate, datorită faptului că posibilitățile de efectuare a unor măsurători de precizie la adâncimi mari sunt limitate. În majoritatea cazurilor, creepul de adâncime trebuie privit ca o etapă pregătitoare a alunecărilor de teren (T. STEPHANIAN, 1980). Autorul respectiv consideră că acest tip de creep nu trebuie tratat ca un proces ce se desfășoară cu viteză uniformă; de regulă viteza creepului începe să crească din porțiunea cu alunecări extinzându-se gradat peste întreaga zonă. Când gradul mediu al mobilizării puterii de forfecare se apropie de valoare superioară etapa creepului de adâncime trece în etapa următoare cea a alunecărilor de teren.

Un aspect mai puțin cunoscut este cel referitor la adâncimile pe care se propagă mișcarea. W. EDEN (1977) a efectuat măsurători inclinometrice cu tubulatură "slope" instalată la adâncimi de 10 m, în zona Vancouver, iar după o perioadă de 15 ani de măsurători periodice a ajuns la concluzia că mișcări sesizabile s-au produs până la adâncimea de 4 m, dar că această adâncime poate să fie dependentă de gradul de întindere a geometriei versantului. Se pare că mișcarea se produce în întreaga masă a depozitului deluvial, fapt confirmat și de unele măsurători efectuate tot în tubulatură "slope" în perimetre cu alunecări de teren din valea Bistriței, de către V. SURDEANU et al. (1980).

În cazul măsurătorilor efectuate de noi s-au avut în vedere mișcările survenite la pereții unei clădiri de la fostul sediu al S.C. "Stejarul" Pângărați, precum și deplasările produse la zidurile de sprijin construite în vederea consolidării bazei unor versanți secționati prin amenajarea unor drumuri forestiere, din bazinul hidrografic Oașu.

În primul caz este vorba de extinderea în anul 1970 a vechii clădiri cu una nouă. La câțiva ani după finalizarea acesteia, în pereți și pe podea au apărut crăpături ce atestau mișcări lente de tip creep. Măsurarea repetată a acestor crăpături, la anumite intervale de timp (conf. tabel 2), începând din anul 1982, ne-a permis să determinăm ratele de deplasare. Specificăm că nu s-au luat în calcul anii 1970

(când s-a definitivat construcția) și 1992 (când măsurătorile s-au efectuat chiar în primele zile ale anului). Prin urmare, rata medie determinată pentru o perioadă de 21 ani, pentru patru puncte situate la înălțimea de 4 m deasupra nivelului solului, au fost de 4,04 mm/an, iar la cele două puncte situate pe parter (nivelul solului) au fost de 1,6 și 2,3 mm/an (tabel 2).

Tab. 2 Date caracteristice privind ratele creepului de adâncime, de la S.C. "Stejarul" Pângărați

| Nr. pct. | Faza inițială (1970) | Valoarea deplasărilor (mm) |           |            | Rata creepului (mm) |          |
|----------|----------------------|----------------------------|-----------|------------|---------------------|----------|
|          |                      | 5.10.1982                  | 1.05.1987 | 14.01.1992 | Totală              | Anuală * |
| 1        | 0                    | 41                         | 21        | 23         | 85                  | 4,04     |
| 2        | 0                    | 40                         | 24        | 21         | 85                  | 4,04     |
| 3        | 0                    | 45                         | 23        | 19         | 87                  | 4,14     |
| 4        | 0                    | 40                         | 20        | 23         | 83                  | 3,95     |
| 5        | 0                    | 20                         | 8         | -          | 28                  | 1,6      |
| 6        | 0                    | 31                         | 9         | -          | 40                  | 2,3      |

\*) în situația în care se renunță la perioada 1970 - 1982 și se ia în calcul doar intervalul dintre 1982 - 1992, se vor obține alte valori ale ratelor.

În privința zidurilor amenajate în vederea stabilizării versanților, s-au observat două situații diferite:

- când are loc o deplasare relativ uniformă a întregului zid (fig. 6A);
- când deplasarea se produce diferențiat, cu o viteză mai mare în partea superioară conducând la scoaterea zidurilor în afara aliniamentelor și răsturnarea lor (Fig. 6B).

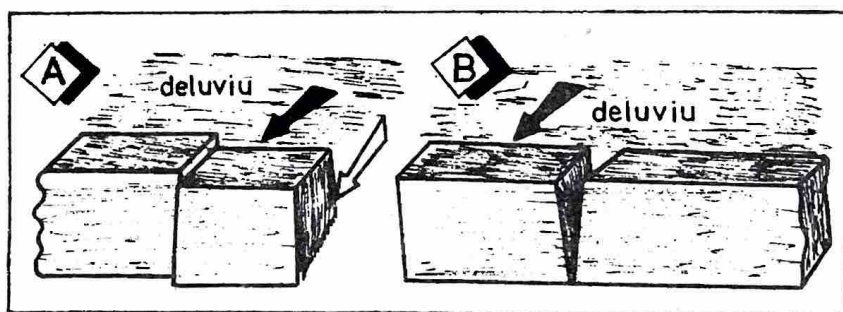


Fig. 6 Deplasarea zidurilor de sprijin sub efectul creepului.

În prima situație, mișcarea este mai profundă decât baza zidului, dar aceste cazuri sunt mai puțin frecvente, cele mai multe se încadrează în cea de a doua categorie.

Ratele de mișcare din cele 7 perimetre (redate în Fig. 7), au variat foarte mult fiind cuprinse între 0,5 mm/an - 14,2 mm/an. În general ele sunt comparabile cu cele determinate de EDEN (1977) a căror valori medii au fost de 3-10 mm/an.

Prin ratele înregistrate, dar și prin prezența sa, procesul de creep este cel mai răspândit, încât în mod practic nu există versant din această regiune unde creepul să nu-și aducă aportul atât la transferul de material cât și la pregătirea alunecărilor de teren. În mod normal se poate considera că o alunecare de teren apreciată ca stabilizată poate să evolueze prin mișcări lente asemănătoare creepului.

I. ICHIM (1979) arată că procesul are efect asupra crăpăturilor de pe corpul alunecărilor de teren, iar în condițiile climatului periglaciuar, creepul a jucat un rol foarte important (rock - creepul și talus - creepul) în formarea unor mici văi de versant.

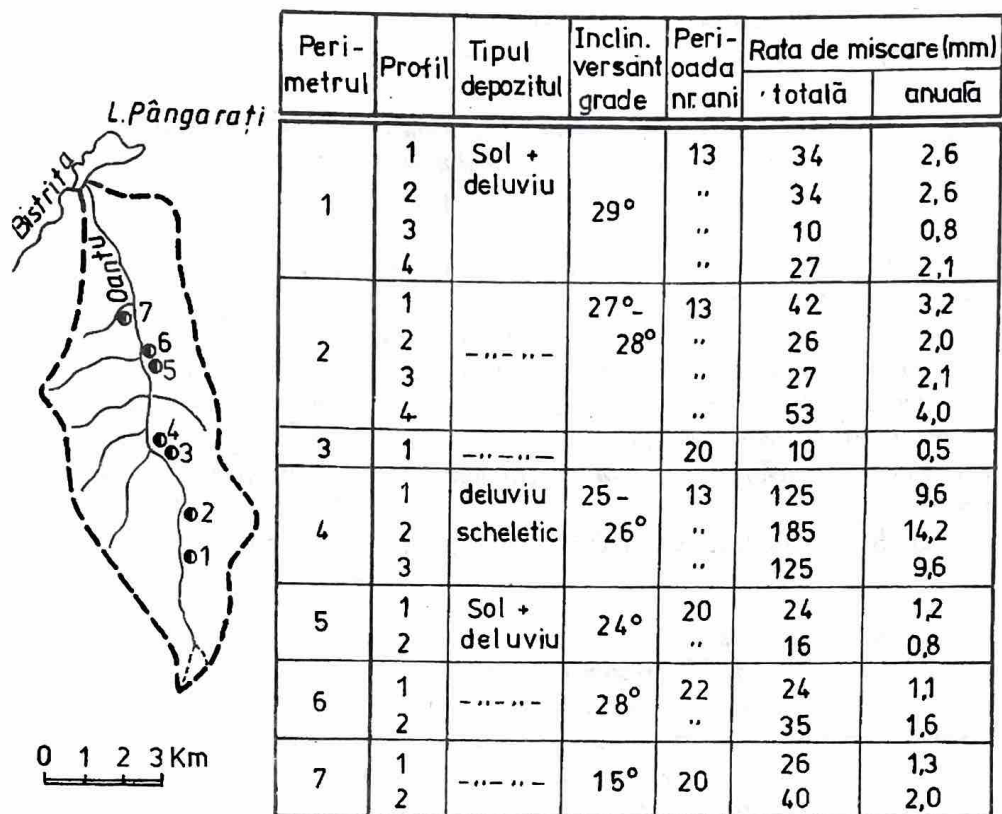


Fig. 7 Amplasarea punctelor de măsurători și ratele creepului determinate la zidurile de sprijin (perimetrul de măsurători Oașu).

### Abstract

In this paper the methods and results of researches made on the creep process from Moldavian Bistritza Valley were presented. The soil creep, the talus creep and mass creep were approached. To determine the soil creep rate, we used pillar test method, proposed by Young (1960). The rates obtained are given in fig. 3 and table 1; their values range related to hillslope inclination and to slope deposit type. The average values are 5-9 mm/year and the maximal values are 37,5 mm/year.

The talus creep was determined on the spoil bank (33°-34°), with the talus composed by cobble material (blocks and cobble with 100-400 mm diameter) from the sandstone and marly limestone. The average rates for the 18 measurement points were by 47 mm/year with extremal values between 14 mm/year and 110 mm/year.

The mass creep registered the average rates of 4,04 mm/year (table 2) in Pângărați perimeter and the values 0,5-14 mm/year in Oașu perimeter (fig. 7).

### BIBLIOGRAFIE

- Azhigirov A.A., (1991) - *Soil creep studies on mountain slopes*, Geomorphological Processes and Environment (21 - 30 June), Kazan.
- Băcăințan N., (1983) - *Mesurages sur le creep dans certains sols des montagnes de Baraolt*, Revue roum. G. G. G., Géographie, t.27.
- Bălțeanu D., (1983) - *Experimental de teren în geomorfologie*, Edit. Academiei, București.
- Carson M.A., Kirkby J.M., (1972) - *Hillslope form and process*, Edit. Cambridge Univ. Press.
- Dedkov A.P., Moszerin J.V., Tchasovnikova A.E., (1978) - *Field Station study of soil creep in the Central Volgaland*, Z. Geom. N. F. Suppl. Bd 29, Berlin.
- Eden J.W., (1977) - *Evidence of creep in steep natural slopes of Chaplain Sea Clay*, Canadian Geotech. Journ., 14.
- Ichim I., (1979) - *Munții Stânișoara. Studiu geomorfologic*, Edit. Academiei, București.

- Rapp A.**, (1960) - *Recent development of mountain slopes in Kärkevagge and Surroundings, northern Scandinavia*, Geografiska Annala, vol. XLII, nr. 2-3.
- Rădoane N.**, (1983) - *Unele considerații asupra creepului în dinamica actuală a versanților văii râului Pângărați*, Lucr. Semin. geogr. "D. Cantemir", nr. 3 (1982), Iași.
- Sala Maria and Salvador F.**, (1982) - *Preliminary raport of the process measurements on the Catalan Mediteranean slopes*, St. Geomorph. Carpatho - Balcanica, vol. XV, Krakow.
- Schumm A.S.**, (1956) - *The rol of creep and rainwash on the rates of badland slopes*, Am. Journ. of Science, vol. 254.
- Stephanian T.G.**, (1980) - *Creep on natural slopes and cuttings*, International Sympoz. on Landslides Procedings, vol.2, New Delhi.
- Strahler A.N.**, (1973) - *Geografie fizică*, Edit. Științifică, București.
- Surdeanu V., Borsaru I., Buff N.**, (1980) - *Dinamica de profunzime a alunecărilor de teren cu exemplificări din Valea Bistriței*, St. Cercet. G. G. G., s. Geografie, XXVII, București.
- Thornbury D.M.**, (1969) - *Principles of Geomorphology*, Edit. John Wiley & Sons, New York.
- Tufescu V.**, (1966) - *Modelarea naturală a reliefului și eroziunea accelerată*, Edit. Academiei, București.
- Young A.**, (1972) - *Slopes*, Edit. K. M. Clayton, Oliver & Boyd, Edinburg.

Stațiunea de cercetări "Stejarul" - Piatra Neamț