

Geomorfologie aplicată în zona urbană a municipiului Cluj-Napoca

Virgil SURDEANU, Dana GOȚIU, Ioan RUS, Andreea CREȚU

Keywords: applied geomorphology, slope susceptibility, geomorphic risk, Cluj-Napoca

Applied Geomorphology in the Residential Area of Cluj-Napoca. The last decades were characterized by an increased interest in applied geomorphology mostly due to a rapid growth of the urban areas and to the problems they imply. In this respect we aim to determine the landslide susceptibility of the slopes connected to inhabited areas in the Cluj-Napoca. The results will be used to optimize the planning of this area.

1. Introducere

În ultimele decenii importanța geomorfologiei aplicate a crescut în relevanță pe măsură ce a sporit implicarea umană în modificarea peisajelor naturale, omul transformându-se în factor major de impact asupra mediului. Stabilirea susceptibilității versanților la alunecări de teren, în special în zonele urbane aglomerate, reprezintă un demers de stringentă necesitate. Scopul studiului de față îl reprezintă determinarea stării prezente a susceptibilității versanților la alunecări de teren în scopul integrării în strategiile de planning urban. Se are în vedere ca rezultatele să fie folosite în scopul utilizării optime și adecvate a formelor de relief

și proiectării unor spații de locuit în concordanță cu realitățile teritoriale.

2. Caracterizarea fizico-geografică a arealului de studiu

Zona investigată este situată în nord-estul municipiului Cluj-Napoca, fiind cunoscută sub numele de Dealul Sf. Gheorghe. Acesta reprezintă interfluviul dintre Valea Caldă și valea Chinteni, altitudinile sale coborând ușor dinspre vest spre est (dealul Fânațele Satului - 513 m; dealul La Pipă - 478 m). În spre sud se deschide larg valea Someșului Mic ocupată astăzi de unități industriale (fig. 1).

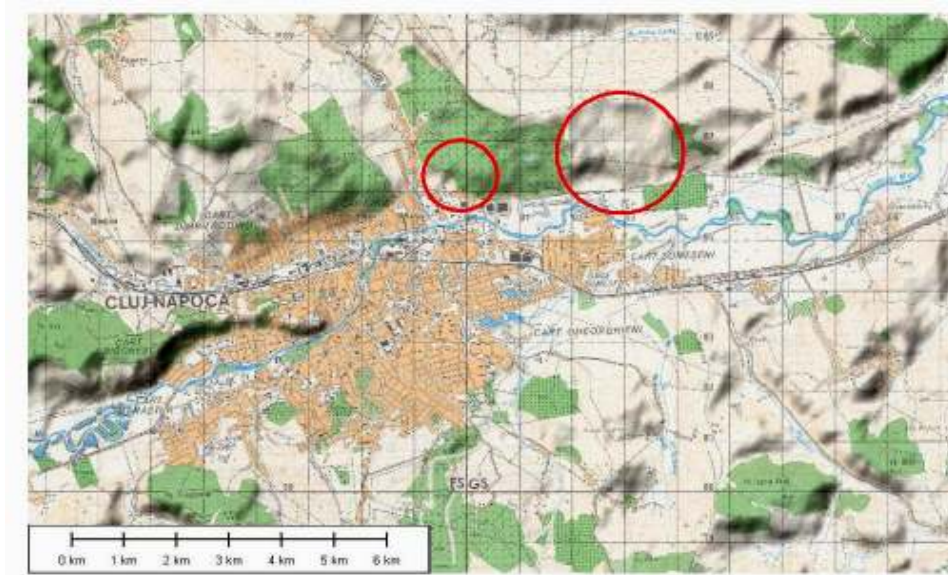


Fig.1 Încadrarea în teritoriu a arealului de studiu

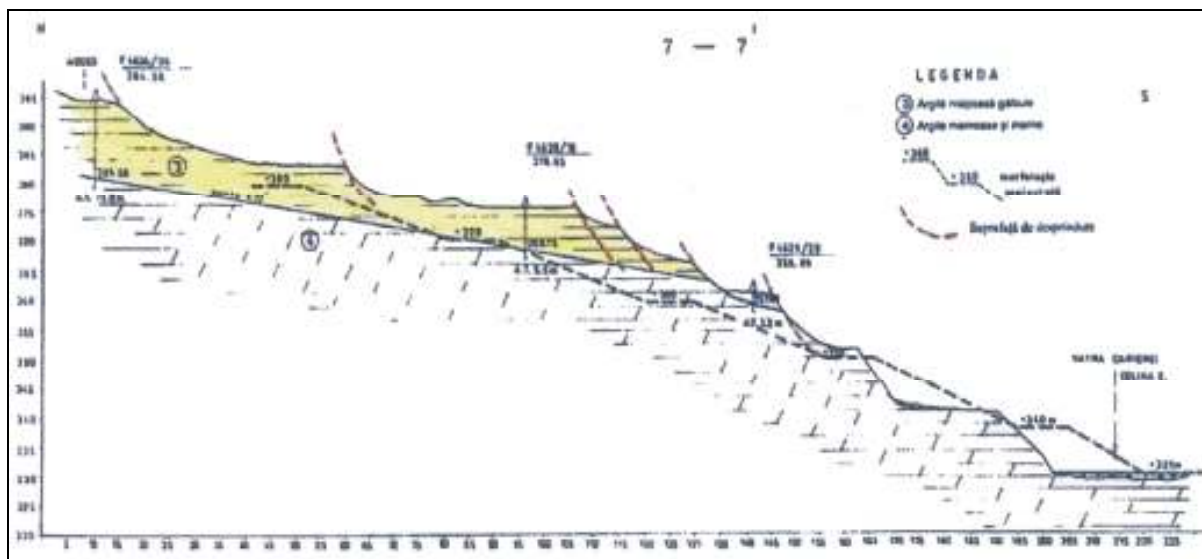


Fig. 2 Profil geologic – arealul carierei Colina

2.1. Geologia

Foarte importante pentru amenajările preconizate a fi implementate în acest teritoriu sunt entitățile litologice care apar la zi în zonă. Acestea sunt reprezentate de formațiuni: paleogene (depozite de facies continental-lacustru, alternante pe verticală cu depozite de facies marin), neogene (depozite marine de facies normal și salmastru), miocen superioare și pliocen inferioare (faciesuri de apă puternic îndulcită).

După colmatarea Lacului transilvan, în pliocenul superior, depresiunea va evolua sub acțiunea modelatoare a agenților exogeni. Evoluția a fost marcată de entități litologice de tipul argilelor, marnelor, gresiilor, nisipurilor și microconglomeratelor.

Depozitele cuaternare recente (deluvii, coluvii, proluvii și aluviuni) sunt cantonate pe versanți, la baza acestora și în albiile majore.

Forajele efectuate în partea de vest a zonei investigate evidențiază pentru partea superioară a coloanei stratigrafice următoarele entități:

- *argilă neagră* de consistență tare, plasticitate mare și umiditate foarte mare;
- *argilă gălbuie* cu plasticitate mare și foarte mare, consistență vârtoasă, compresibilitate medie, saturată;

- *nisip argilos și argilă nisipoasă* cu plasticitate mijlocie, consistență vârtoasă, compresibilitate medie, saturată;
- *nisip prăfos maroniu-gălbui, argilă marnoasă și marnă cenușie* cu plasticitate mare și foarte mare, consistență tare, saturată;
- *depozite de terasă* (T 4-6 m altitudine relativă) ale Someșului Mic, reprezentate prin pietrișuri în alternanță cu nisipuri și argile (fig. 2).

Alternanța de roci permeabile și impermeabile este un factor favorizant pentru apariția alunecărilor de teren și a organismelor de eroziune în adâncime, aflate în diverse stadii de evoluție.

2.2. Hidrologie și hidrogeologie

În cele 10 foraje executate în partea de vest a zonei studiate s-au intersectat strate de apă subterană, care, pe orizonturi discontinue, este cantonată la adâncimi relativ reduse (0-6m în argilele nisipoase superficiale), dar poate fi interceptată și la adâncimi mai mari. Sursa de alimentare o reprezintă precipitațiile atmosferice și izvoarele de versant. Volumul de apă înmagazinat și regimul de mișcare al acesteia nu pot fi determinate (nu se cunosc morfologia și structura patului și a acoperișului acvifer sau grosimea și volumul rocii care îl înmagazinează).

La baza versantului, stratul acvifer se cantonează în depozitele aluviale de terasă ale Someșului Mic, alimentarea acestora făcându-se prin infiltrații din Someș.

În apropierea interfluviului se pune în evidență o linie de izvoare, de sub care începe organizarea unei rețele de drenaj superficial (Miklos et al., 2004).

2.3. Morfologia zonei

Zona de studiu face parte din Dealurile Clujului, ce vin în contact cu lunca Someșului Mic (cca. 320 m) cunoscută sub denumirea Sub Dealul Sf. Gheorghe. Contactul dintre aceste unități morfologice se realizează printr-un abrupt cu altitudine relativă de 30-70 m, mascat, la partea bazală, de un glacis deluvio-coluvial, puternic disecat de organisme torențiale (incizii

de peste 25 m adâncime), ce creează mari disfuncționalități în cazul unei amenajări.

Pentru surprinderea fizionomiei actuale a versanților luați în studiu s-au efectuat patru profile (fig. 3-7).

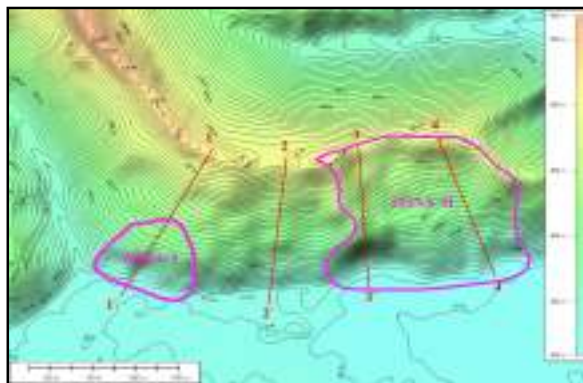


Fig. 3 Amplasarea profilelor

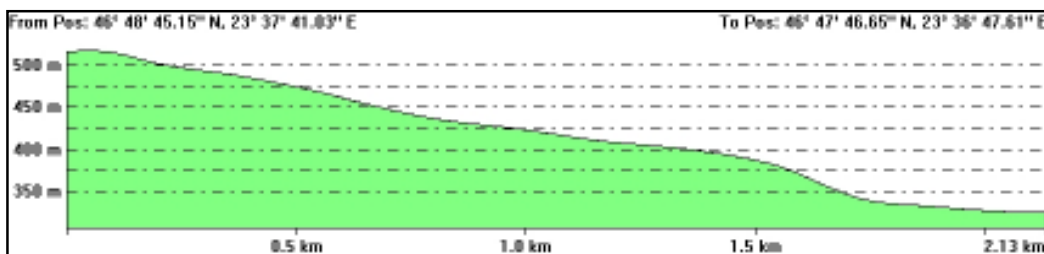


Fig. 4 Profilul 1-1'

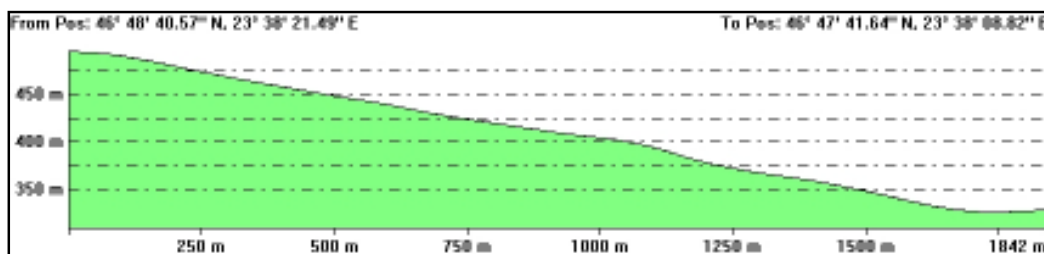


Fig. 5 Profilul 2-2'

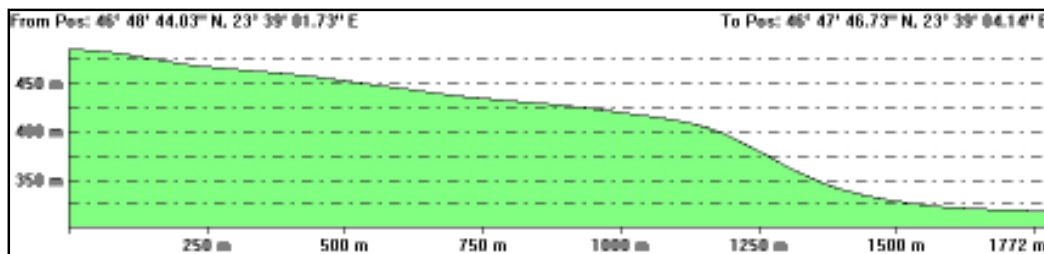


Fig. 6 Profilul 3-3'

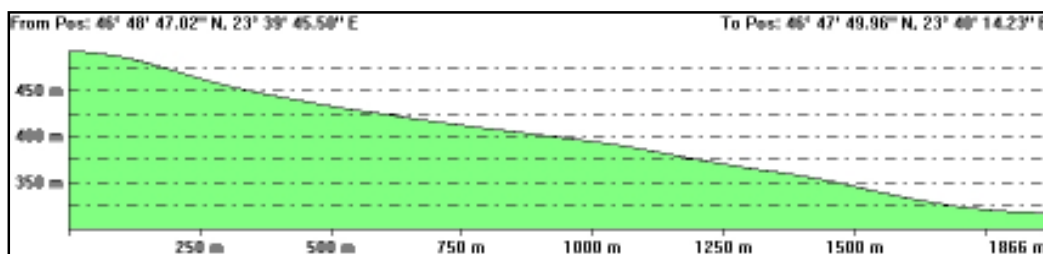


Fig. 7 Profilul 4-4'

Versantul sudic al Dealului Sf. Gheorghe a fost afectat de procese erozivo-denudaționale de tipul alunecărilor de teren și a organismelor torențiale în diverse stadii de evoluție semnalate în lucrări de specialitate din perioada precedentă studiului nostru (Morariu, Mac, 1967).

Asupra morfologiei versantului s-a intervenit în diverse perioade de timp, în funcție de destinația dată de utilizarea sa economică, predominant agricolă.

2.4. Condițiile climatice

Următoarele caracteristici sunt relevante pentru comportamentul geomecanic al versanților: cantitatea maximă de precipitații căzută într-un interval de 24 de ore (63,2 mm), intensitatea maximă a precipitațiilor (6.80 mm/min), cantitatea medie de precipitații (582.3 mm), numărul mediu al zilelor cu precipitații (139), numărul mediu al zilelor cu precipitații mai mari sau egale cu 5 mm (33), temperatura medie anuală (8,3°C), numărul zilelor de îngheț (124), numărul zilelor de vară (66), numărul zilelor tropicale (11.5), după Cristea, Baci, Gafta (2002).

O analiză pe o perioadă de 40 de ani a precipitațiilor atmosferice de la Cluj Napoca (1961-2000) ne-a reliefat următoarele (Croitoru, 2005):

- frecvența ridicată pe parcursul unui an a perioadelor de trei zile consecutive de ploaie (9,4 perioade);
- sunt frecvente și perioadele de patru zile consecutive cu ploi (5 perioade);
- s-a înregistrat cel puțin o perioadă de șapte zile de ploi consecutive.

2.5. Utilizarea terenurilor

Harta utilizării terenurilor a fost realizată utilizând programul CORINE pe fotograme

satelitare de tip LANDSAT. Analizând modul de folosință al terenurilor (fig. 8) se observă că:

- în partea de vest au extensiune mare plantațiile de pomi fructiferi și terenurile arabile;
- în apropierea Someșului Mic sunt suprafețe extinse ocupate de unități industrial-comerciale;
- arealul rezidențial, poziționat la baza versantului, are dispunere discontinuă;
- pădurea, situată în partea de est (dl. La Pipă) ocupă o suprafață redusă;
- în partea superioară a versantului există suprafețe restrânse destinate pășunatului.

3. Impactul antropic în arealul Dealului Sf. Gheorghe și implicațiile sale geomorfologice

Zona investigată a suportat, în timp, o remodelare antropică (amenajări de terasete agricole) cu scopul «ștergerii» unor denivelări cauzate de procese erozionale și de mișcare în masă (alunecări de teren) mai vechi.

În partea de est, spre dl. La Pipă, s-a efectuat o remodelare a rețelei de drenaj, cu scopul de a se elimina excesul de umiditate și de a dirija controlat apele pluviale. S-au construit drenuri și canale betonate a căror funcționalitate este astăzi necontrolabilă.

Între altitudinile de 420-425 m și 450-470 m, substratul (nisipuri, gresii, tufuri vulcanice) a permis susținerea unei trepte structurale, relativ bine drenate, pe care s-au remodelat noile organisme de drenaj (ogașe). Tot aici, pe suprafețe relativ extinse au fost posibile tasări ce au permis acumulări temporare de ape pluviale și apariția de arii cu procese de înmlăștinire. Între altitudinile de 450-470 m se realizează inițierea tuturor organismelor din zonă.

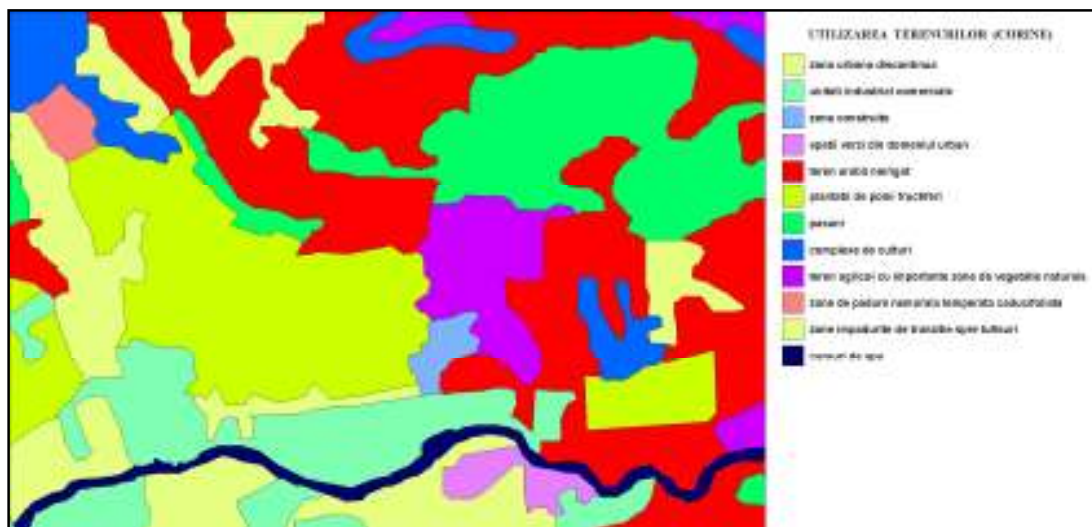


Fig. 8 Modul de utilizare al terenurilor

În partea de vest, în imediata vecinătate a Văii Chinteni, se află cariera de argilă a fabricii de cărămidă. Această carieră, deschisă în anul 1920, a funcționat până în anul 1992. Deschiderea exploatărilor de argilă în cadrul carierei COLINA a dus la formarea a două taluze de 20-40 m înălțime, cu pante de aproximativ 35°. Exploatarea propriu-zisă și adâncirea vetrei carierei spre sud au dus la subminarea bazei versantului și la declanșarea unor deplasări în masă, la formarea unui glacis deluvial (dizlocare gravitațională de material).

Sterilul amplasat în aval de strada Fânațelor se constituie ca o suprasarcină geologică care influențează procesele de autoreglare ale sistemului versant. Acest steril determină supraumectarea areală prin rolul său de stocator temporar de apă pluvială dereglând sistemul natural de drenaj.

Dinamica proceselor de alunecare din zona carierei de argilă a fost accelerată și de traficul intens efectuat pe strada Fânațelor (situată în vestul și nordul teritoriului carierei) și a lipsei rigolelor de evacuare a apelor pluviale ce vin de pe versanții din amonte. Amenajările efectuate au cauzat un «amestec» de depozite superficiale și rocă în loc, care a îngreunat tranzitul de ape pluviale.

Pentru amenajările actuale, problema comportamentului geotehnic în carul acestui

areal trebuie tratată cu mare atenție. De la ultimele amenajări și până în prezent aria investigată a fost modelată de procese de eroziune în suprafață (mici rigole și ogașe), eroziune torențială și alunecări de teren.

În partea de SV a zonei, datorită numeroaselor organisme torențiale, se menține un grad ridicat de instabilitate. În imediata vecinătate a unor culmi interfluviale, între altitudinile de 410-420 m, au fost practicate gropi de împrumut, în orizonturi de gresii-trovanți și pietrișuri sarmatice. Acestea au facilitat ulterior stagnarea apelor pluviale (arii cu exces de umiditate și chiar mici lacuri) și au favorizat apariția de alunecări de teren și inițierea de organisme torențiale.

Începând de la altitudinea de 470 m spre cumpăna de ape (aria cu pășune și tufișuri fig. 8) apare o recrudescență a proceselor de alunecare (alunecări superficiale și medii profunde, până la 5 m), a căror zone de desprindere, dedublate, se poziționează la 480 m prima și 495 m, cea de-a doua. Această treaptă altitudinală, cuprinsă între 470 m și cumpăna de ape, trebuie tratată cu atenție, fiind posibilă o recrudescență, la scară extinsă, a procesului de alunecare și o multiplicare a organismelor torențiale. Zona interfluvială nu ridică probleme deosebite sub aspectul proceselor de modelare.

4. Susceptibilitatea versanților la procesele geomorfologice

Declanșarea proceselor de versant stă sub semnul factorilor *extrinseci* (de cele mai multe ori de procese erozivo-denudaționale sau activități antropice) și *intrinseci* (presiuni interstițiale după ploii de lungă durată și în cantități suficiente; perturbări ale cuverturii de depozite superficiale; schimbări survenite în proprietățile fizico-mecanice ale depozitelor remodelate).

În declanșarea și dinamica proceselor care concură la apariția stărilor de instabilitate nu se poate vorbi de o cauză unică, ci de un complex de cauze. Între *cauzele naturale*, aspectelor ce țin de constituția terenului (tratate la capitoul privind geologia regiunii), li se adaugă relieful preexistent, care, prin atributele sale, poate favoriza sau împiedica demersul specialiștilor în planning.

În aria investigată formele structurale (platouri și reversul de cuestă – spre Valea Caldă) și frontul de cuesta (spre Someșul Mic) dau caracteristica dominantă. În ceea ce privește relieful preexistent câțiva indicatori cantitativi devin relevanți în amenajările de orice tip.

4.1. Geodeclivitatea

Reflectă praguri limită pentru declanșarea unor procese erozivo-denudaționale, pe de o parte, și pretabilitatea terenului pentru anumite amenajări, pe de altă parte. În arealul de studiu domină înclinările cu valori de 2-6° și de 6-17°, favorabile dezvoltării organismelor torențiale și alunecărilor de teren (fig. 9). Cele mai accentuate înclinări (pante mai mari de 17°) sunt în partea de S-SV a zonei și în imediata vecinătate a cumpenei de apă (zona de desprindere a alunecărilor).

4.2. Fragmentarea orizontală a reliefului

În zona centrală a ariei estice investigate se remarcă o piață de adunare a apelor; în acest sens sugerăm o remodelare convenabilă scopului propus și o dirijare a acestora spre un colector situat la baza versantului (fig. 10).

În cazul unui management defectuos al acestui aspect, situația poate deveni critică, prin

creșterea numărului de colectori (ogașe și torenți) și incizia pe unitatea de suprafață poate crește.

4.3. Adâncimea fragmentării

La scară mare, pentru întreaga fațadă sudică a Dealului Sf. Gheorghe, adâncimea fragmentării capătă valori cuprinse între 50 și 150 m/km² (fig. 11).

La scară mică (1:2000) adâncimea fragmentării este cuprinsă între 10 și 20 m/km² ceea ce mărește gradul de precizie și, implicit, este în avantajul amenajștilor.

4.4. Orientarea versanților

Cumpăna de ape face demarcarea clară între expoziția versanților din grupa nordică (NV, N, NE) și cea sudică (SV, S, SE).

Cea mai extinsă grupă este cea sudică, unde ciclurile de umezire – uscare și cele de îngheț – dezgheț au o frecvență mai mare și pot crea probleme deosebite sub aspect amenajistic, grație prezenței argilelor contractile și a comportamentului acestora la astfel de stări (fig. 12).

4.5. Gradul de umbrire

Raporturile stabilite între climă și litologie sunt foarte importante din punctul de vedere al stabilirii vulnerabilității.

Datorită caracteristicilor sale fizico-chimice substratul reacționează la fluxul ridicat de radiație recepționat prin apariția de crăpături ce determină infiltrarea mai rapidă a apei.

Variațiile termice diurne și ciclurile de îngheț – dezgheț afectează pătura superficială determinând contractări și dilatări ale acesteia. Rețeaua de crăpături formată permite apariția unor organisme torențiale pe suprafețele cu pante mari și lipsite de vegetație.

Gradul mare de torențialitate al ploilor din sezonul cald accentuează activitatea organismelor torențiale și favorizează spălările în suprafață.

Tot în sezonul cald procesele de mișcare în masă au condițiile cele mai predispușe la declanșare. Sezonul rece, caracterizat de precipitații reduse, asigură umiditate suficientă pentru întreținerea unei dinamici reduse.

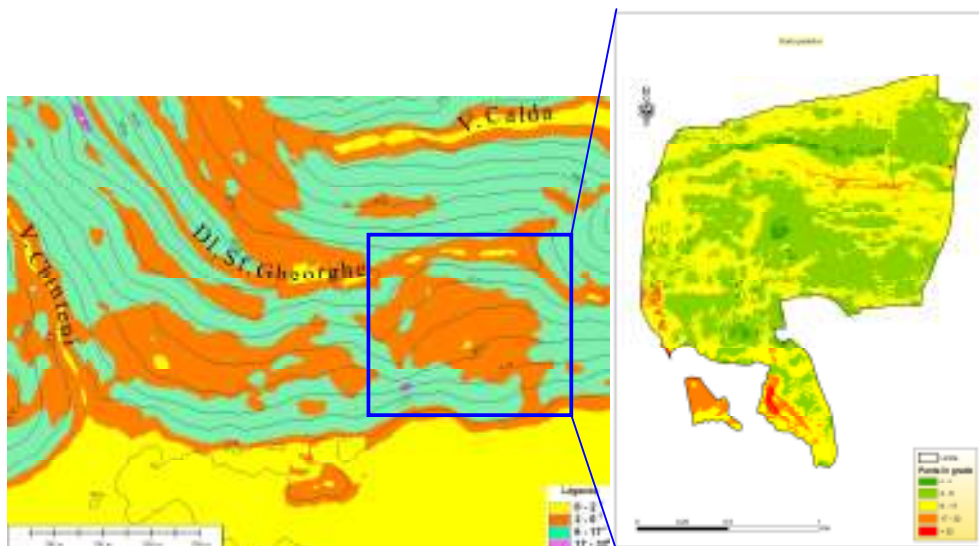


Fig. 9 Harta pantelor (cu detaliu)

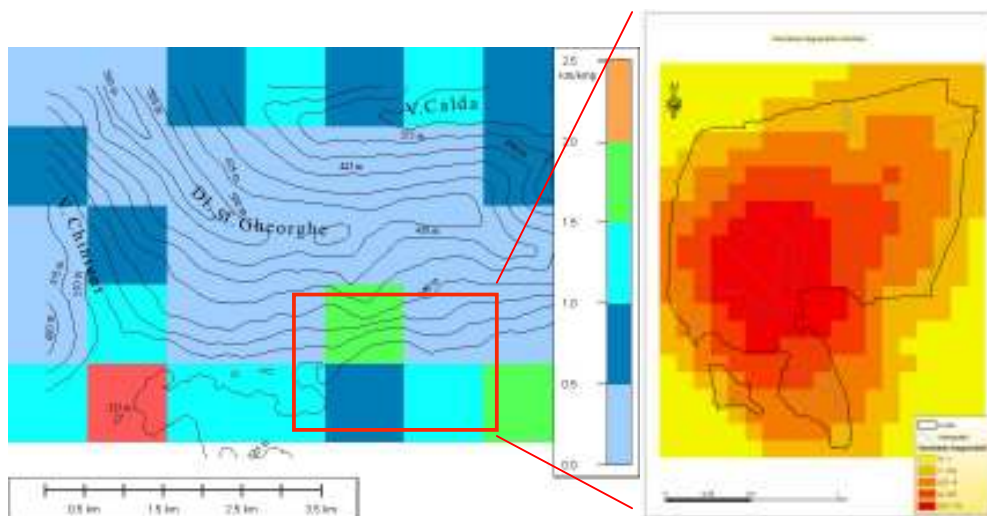


Fig. 10 Harta fragmentării orizontale a reliefului (cu detaliu)

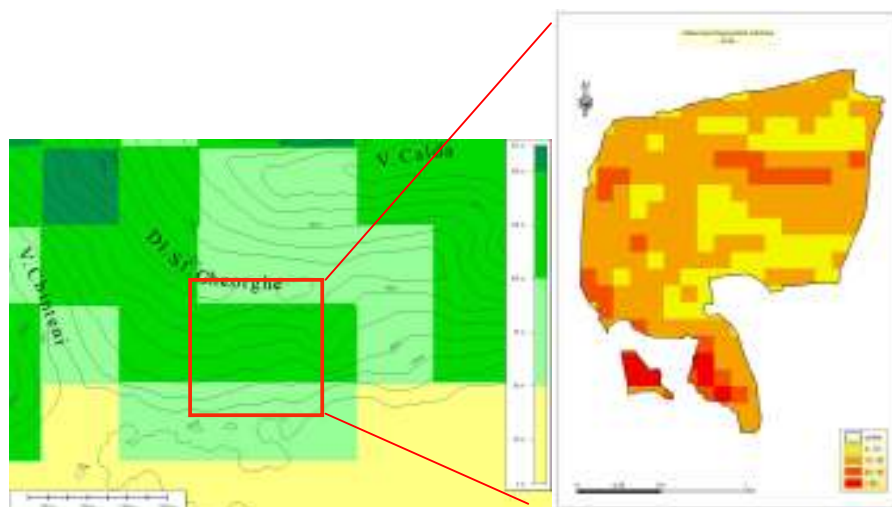


Fig. 11 Harta adâncimii fragmentării (cu detaliu)

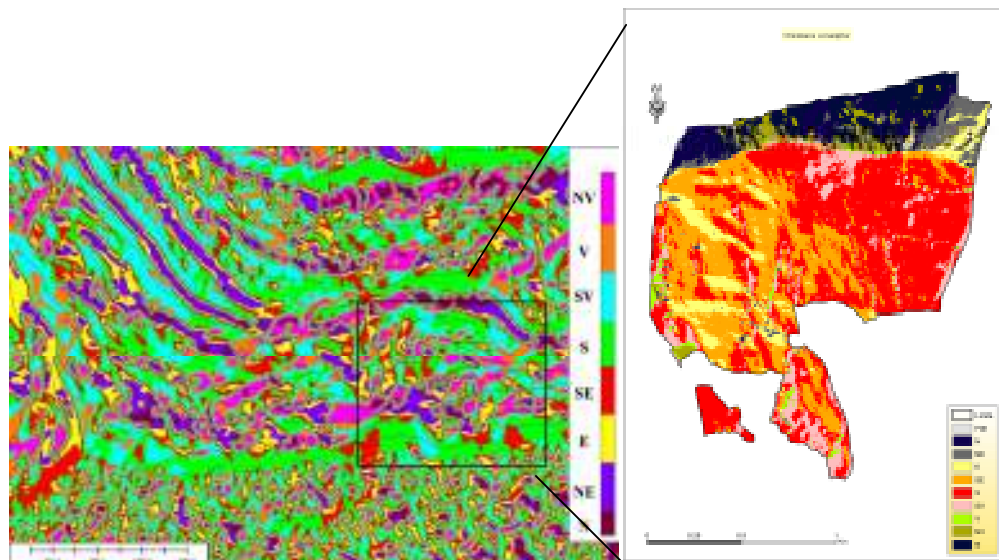


Fig. 12 Harta orientării versanților (cu detaliu)

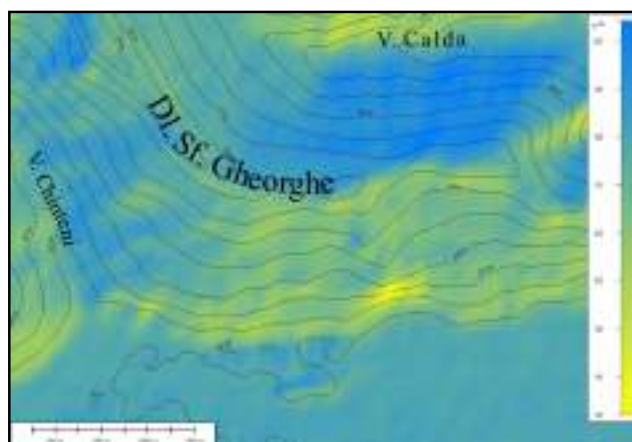


Fig. 13 Harta gradului de umbrire a versanților

5. Analiza susceptibilității versanților

Analiza desfășurată indică o clară predispoziție către deplasările în masă, spălările în suprafață și dezvoltarea organismelor torențiale.

În funcție de grosimea pe care alunecările de teren afectează substratul în zona carierei de argilă, se pot distinge alunecări superficiale, ce presupun costuri mici de stabilizare și alunecări medio-profunde.

S-a estimat ca volum potențial de a fi mobilizat de alunecările de teren aproximativ $1.000.000 \text{ m}^3$. Din acesta în anii 2004-2005 s-au pus în mișcare 496.400 m^3 . Mare parte din acest volum de material este relocalat pe banchetele amenajate în anii succesivi și numai

aproximativ 15.000 m^3 au fost scoși din subsistemul versant și relocalați pe terasa de 4-6 m a râului Someșul Mic.

Lucrările de amenajare de banchete au făcut posibilă o creștere a dinamicii alunecărilor dar și o accelerare a eroziunii torențiale și în suprafață.

În funcție de gradul de susceptibilitate, de stadiul de evoluție al proceselor de modelare și prin analiza intercondiționărilor dintre procese și indicatorii cantitativi ai reliefului, climat, hidrogeologie, s-au identificat următoarele areale de risc natural (fig. 14):

- a. zone cu risc foarte mic suprapuse interfluviilor;

- b. *zone cu risc mic;*
- c. *zone cu risc mediu:* pentru că tinde spre o stare de echilibru și fiind o arie în care efectele amenajărilor anterioare au fost benefice;
- d. *zone cu risc mare:* situate în vecinătatea culmilor interfluviale;
- e. *zone cu risc foarte mare:* unde procesele se află în stare activă.
- extinderea lucrărilor de terasare;
 - amenajarea de taluze sau remedierea celor deja existente;
 - construirea de rigole noi și reactivarea celor vechi, pentru colectarea apei provenite din precipitații (pentru a reduce la minim eroziunea areală);
 - lucrări de gospodărire a apelor (atât pentru colectarea apelor de suprafață cât și pentru captarea și evacuarea apei subterane);
 - lucrări de ecologizare (așternerea unui strat de sol, în ariile cu roca la zi, înierbarea sau plantarea de specii adaptate substratului și topoclimatului).

Concluzii

În vederea reducerii riscurilor se pot efectua o serie de lucrări de stabilizare. Acestea se pot realiza prin:

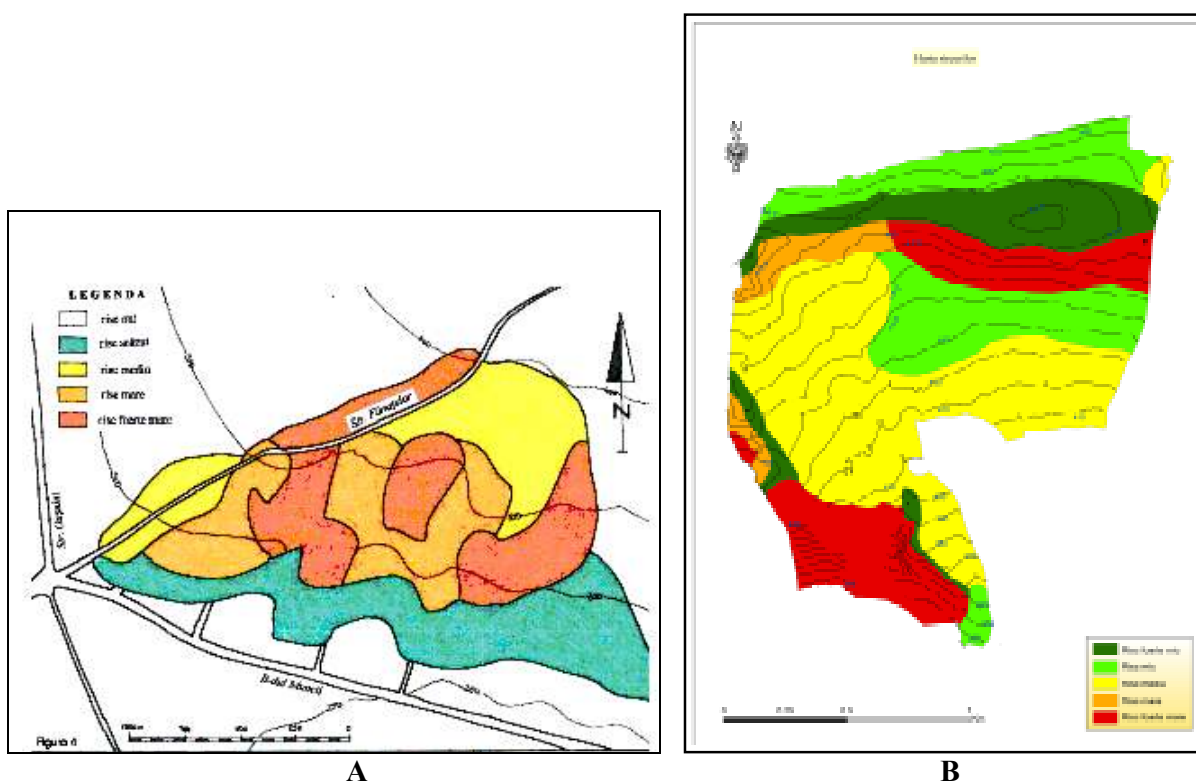


Fig. 14 Harta susceptibilității la alunecări de teren pentru zona I (A) și II (B)

BIBLIOGRAFIE

- AGNESI, V., CAMARDA, M., CONOSCENTI, CH., DI MAGGIO, C., DILIBERTO, IOLE SERENA, MADONIA P., ROTIGLIANO E., 2005, *A multidisciplinary approach to the evaluation of the mechanism that triggered the Cerda landslide (Sicily, Italy)*, Geomorphology 65, 101–116.
- BĂLTEANU, D., 1992, Natural Hazards in Romania, RR GGG, S. Geographie, t. 36.

- CAREY, B., 2006, *Runoff control measures for soil conservation*, Natural Resource Sciences, <http://www.nrm.qld.gov.au/factsheets/pdf/land/135.pdf>
- CAREY, B., 2006, *Erosion control in grazing lands*, Natural Resource Sciences, <http://www.nrm.qld.gov.au/factsheets/pdf/land/191.pdf>
- CRISTEA V., BACIU, C., GAFTA, D., (Ed.), 2002, *Municipiul Cluj-Napoca și zona periurbană, Studii ambientale*, Edit. Accent, Cluj-Napoca.
- CROITORU, ADINA-ELIZA, 2005, *Excesul de precipitații din Depresiunea Transilvaniei (Rezumatul tezei de doctorat)*, București.
- CROZIER, M.J., 1995, *Landslide Hazard Assessment, theme report*, in Bell (ed.), *Landslides*, Proceedings of the 6th International Symposium on Landslides, Balkena, Rotterdam, 1843-1848.
- CROZIER, M.J., 2005, *Management frameworks for landslide hazard and risk: issues and options*, in Glade, Th., Anderson, M.G., Crozier, M.J. (eds.), *Landslide hazard and risk*, John Willey & Sons Ltd, London, 331-350.
- FALL, M., AZZAM, R., NOUBACTEP, C., 2006, *A multi-method approach to study the stability of natural slopes and landslide susceptibility mapping*, *Engineering Geology* 82, 241–263.
- GRECU, FLORINA, 1997, *Fenomene naturale de risc. Geologie și geomorfologie*. Edit. Univ. din București.
- MIKLOS, G., PRIDA, I., SURDEANU, V., 2004, *Studii geologo-geomorfologice în perimetrul carierei de argilă (Fabrica de cărămidă Cluj-Napoca) Colina*, lucrare prezentată la Sesiunea omagială Oradea, 11-13 noiembrie 2004.
- MORARIU, T., MAC, I., 1967, *Regionarea geomorfologică a teritoriului orașului Cluj și împrejurimilor*, în *Studia Universitatis Babeș-Bolyai, seria Geologia-Geografia*, p. 75-88.
- SURDEANU, V., 2002, *Gestionarea riscurilor – o problemă a zilelor noastre*, în *Riscuri și catastrofe*, vol. I, Ed. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, p. 37-43.

Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj-Napoca
Facultatea de Geografie