

ASOCIAȚIA GEOMORFOLOGILOR DIN ROMÂNIA

REVISTA DE GEOMORFOLOGIE

8



editura universității din bucurești®

2006

Revista de geomorfologie

Editori: Prof. dr. Nicolae JOSAN – Președintele A.G.R., Universitatea din Oradea
Prof. dr. Florina GRECU, Universitatea din București

Colegiul de redacție:

Dr. Lucian Badea, Institutul de Geografie, București
Prof. dr. Yvonne Bathiau-Quenney, Universitatea din Lille, Franța
Prof. dr. Dan Bălțeanu, Universitatea din București
Prof. dr. Costică Brânduș, Universitatea „Ștefan cel Mare”, Suceava
Prof. dr. Dorian Castaldini, Universitatea din Modena, Italia
Prof. dr. Adrian Cioacă, Universitatea „Spiru Haret”, București
Prof. dr. Morgan de Dapper, Universitatea din Gand, Belgia
Prof. dr. Mihaela Dinu, Universitatea Româno-Americană, București
Prof. dr. Francesco Dramis, Universitatea Roma 3, Roma, Italia
Prof. dr. Eric Fouache, Universitatea Paris 12, Franța
Prof. dr. Paolo Roberto Frederici, Universitatea din Pisa, Italia
Prof. dr. Mihai Grigore, Universitatea din București
Prof. dr. Mihai Ielenicz, Universitatea din București
Prof. dr. Ion Ioniță, Universitatea „Al.I. Cuza”, Iași
Prof. dr. Aurel Irimuș, Universitatea „Babeș-Bolyai”, Cluj-Napoca
Prof. dr. Ion Mac, Universitatea „Babeș-Bolyai”, Cluj-Napoca
Dr. Gh. Niculescu, Institutul de Geografie, București
Prof. dr. André Ozer, Universitatea din Liège, Belgia
Prof. dr. Kosmas Pavlopoulos, Universitatea din Atena, Grecia
Prof. dr. docent Gr. Posea, Universitatea „Spiru Haret”, București
Prof. dr. Ioan Povară, Universitatea „Spiru Haret”, București
Prof. dr. Maria Rădoane, Universitatea „Ștefan cel Mare” Suceava
Prof. dr. Nicolae Rădoane, Universitatea „Ștefan cel Mare”, Suceava
Prof. dr. Contantin Rusu, Universitatea „Al.I. Cuza”, Iași
Dr. Maria Sandu, Institutul de Geografie, București
Prof. dr. Victor Sorocovschi, Universitatea „Babeș-Bolyai”, Cluj-Napoca
Prof. dr. Virgil Surdeanu, Universitatea „Babeș-Bolyai”, Cluj-Napoca
Prof. dr. Petre Urdea, Universitatea de Vest, Timișoara
Prof. dr. Emil Vespremeanu, Universitatea din București
Prof. dr. Fokion Vosniakos, Universitatea din Salonic, Grecia

© Editura Universității din București

Șos. Panduri, 90-92, București – 050663; Telefon/Fax: 410.23.84

E-mail: editura_unibuc@yahoo.com

Internet: www.editura.unibuc.ro

ISSN 1453-5068

C U P R I N S

A r t i c o l e

Ioan MAC, *Unități toposecvențiale microscalare cu importanță în proiectele de amenajare a teritoriului* / 5

Nicolae JOSAN, *The role of the relief in territorial planning* / 11

Giovanni PALMENTOLA, Leonida STAMATOPOULOS, *Preliminary data about sporadic permafrost on Peristeri and Tzoumerka massifs (Pindos chain, Northwestern Greece)* / 17

Virgil SURDEANU, Dana GOȚIU, Ioan RUS, Andreea CREȚU, *Geomorfologie aplicată în zona urbană a municipiului Cluj-Napoca* / 25

D. PETREA, I. RUS, Rodica PETREA, *Restructurări plan-spațiale în evoluția recentă a albiei Crișului Repede (între Ciucea și Oradea)* / 35

Florina GRECU, Laura COMĂNESCU, *The morphometric analysis of the gravels from the Slănic of Buzău bed – preliminary considerations* / 45

Maria RĂDOANE, Nicolae RĂDOANE, Dan DUMITRIU, Ionuț CRISTEA, *Granulometria depozitelor de albie ale râului Prut între Orofteana și Galați* / 53

Iuliana ARMAȘ, Răsvan DAMIAN, *Evolutive interpretation of the landslides from the Miron Căproiu Street Scarp (Eternității Street – V. Alecsandri Street) – Breaza Town* / 65

Marian ENE, *The role of geological factors in relief modeling in the Subcarpathian sector of Râmnicu Sărat basin* / 73

Bogdan MIHAI, Ionuț SĂVULESCU, *Data collection and analysis for the GIS large scale geomorphic hazard and risk mapping in mountain towns and resorts. A case study in Predeal town, Curvature Carpathians* / 85

Alfred VESPREMEANU-STROE, Mihai MICU, Nicolae CRUCERU, *The 3D analysis of Valea Viei mudflow morphodynamics, Buzău Subcarpathians* / 95

Pompei COCEAN, *Rolul fenomenelor orajoase (tunetul, trăsnetul) în declanșarea alunecărilor de teren* / 109

C. BRÂNDUȘ, I. MANOLACHE, GH. CIUCANU, *Alunecări de teren cu caracter endemic pe teritoriul satului Izvoru Alb – județul Neamț* / 115

M i s c e l l a n e a

Profesorul Mihai IELENICZ – o dovadă a pasiunii pentru predarea, cercetarea științifică și dezvoltarea continuă a geografiei din România (*Mihai Grigore*) / 119

Ioan MAC – geomorfolog și creator de școală geografică (*Ioan-Aurel Irimuș*) / 123

Colocviul Internațional de Geomorfologie “OL’MAN RIVER” Gand, Belgia, 22-24 septembrie 2006 (*Adrian Cioacă*) / 129

R e c e n z i i

Florina GRECU (2006) – *Hazarde și riscuri naturale (ediția a III-a)*, Editura Universitară, București, (222 p., format B5, 84 de figuri și fotografii incluse în text, 19 tabele și 148 poziții bibliografice) (*Dana Goțiu*) / 131

Alberto Mariano CAIVANO (2003) – *Rischio idraulica ed idrogeologica (III ed.)*, EPC Libri, Roma, 272 p., numeroase tabele, schițe, CD (*Florina Grecu*) / 132

Unități toposecvențiale microscalare cu importanță în proiectele de amenajare a teritoriului

Ioan MAC

Abstract. Microscalar morphosequences as Support for Territorial Arrangements. At least for the territorial arrangements practice in Romania, the actions were located on large spatial units. Only some specific interventions, as torrential basins, river channels, intensely degraded slopes etc., were characterized by medium-scalar dimensions. Those on inferior scalar levels are extremely occasional and geomorphologically (scientifically) unfounded. The recent requirements in territorial arranging imply a careful evaluation of the geomorphologic reality at microscalar levels as well as the adoption of some methods and techniques that fit to the geometric architecture that derives from the forms intimacy. As a consequence, the morphosequences become adequate supports for the detail territorial arrangement. The microscalar morphosequences are understood as parts of a geomorphologic catena of no matter what relevance: morphological, morphometrical, morphogenetic or morphodynamic. This means that the morphosequences play the role of holonic subunits, belonging to the same order or to different ones, but systemically subordinated to the referential whole. These microscalar morphosequences could be identified with elementary physiographic components (ex. Facets, microforms) or with functional components of the geomorphologic reality. They could at most be correlated with structural levels belonging to medium scalar catenae, as those in a valley system: channels, terraces, slopes and their components. Within the spatial morphologic system (the regional one), these morphosequences express at most the geosites or places. In fact, the morphosequences, with a varied discography and an intimate dynamics, provide the catenar construction with a character of relative stability. The morphosequential homologations and convergences determine the functional model of the mezo- and macroforms. The frequency and variation of the microscalar morphosequences indicate the level of aggression on the geomorphologic system. They also indicate the presence of some perturbational factors which strive to overrun the geomorphologic resistance, so that the destabilization is not only imminent, but also affective. As a consequence, the territorial arrangement will be correlated to the patterns imposed to the land areas by the active morphosequences or by those derived with restabilization tendencies. Because of the large variety of the morphosequential patterns, we chose for our demonstration some specific cases within the slopes and river channels catenae in the Transylvanian Basin.

Participarea geomorfologiei la cunoașterea Terrei s-a împlinit treptat și corelat cu abordările și rezultatele dobândite din spectrul larg al științelor naturii. Nevoile practicii au impulsionat cercetarea fundamentală, iar aceasta a susținut mereu și în forme noi investigația aplicată, rezultând *geomorfologia tehnică*. Raporturile între cele două căi de abordare s-au menținut continuu, existând o unitate bine încheagată, care merge de la teorie la practică și invers. Astăzi, geomorfologia se înscrie așadar între științele cu valențe deosebite pentru înțelegerea și susținerea transformărilor din teritoriu, indiferent de nivelurile de analiză: local, regional, global.

În dorința de a ne apropia de geomorfologia aplicată, poate chiar mai mult, geomorfologia tehnică, va trebui să pornim studiul de la ceea ce cunoașterea și practica actuală folosesc sau

ar trebui să utilizeze ca suporturi teoretico-aplicative.

Geomorfologii din România nu au oferit elemente concrete taxonomice, tipologice și de referință (suporturi geometrice) pentru inserția specifică a lucrărilor de amenajare a teritoriului. Pe de altă parte, nu sunt lămurite nici sferele de înțelegere în privința noțiunilor de amenajare a teritoriului, îmbunătățirii funciare, organizare a teritoriului etc. Se impun, așadar, câteva comentarii de ordin general.

Amenajarea teritoriului presupune efectuarea unor acțiuni tehnice asupra componentelor geografice (apă, sol, relief) în scopul dimensionării folosirii aceluia spațiu. În cazul reliefului, fond asupra căruia se operează cele mai frecvente lucrări, sunt necesare câteva baze de **date**:

- *informația geomorfologică* care include pe de o parte date morfografice și cantitative (fragmentare, energie, declivitate), iar pe de altă parte documente cartografice (schite, hărți parțiale, hărți generale);

- *elemente geospațiale*, suport pentru proiectarea și executarea lucrărilor de amenajare: unități morfologice, fațete, morfosecvențe (fiziografice, dinamice, funcționale). Aceasta presupune elaborarea unei taxonomii geomorfotehnice;

- *elemente cartografice de bonitare*: hărți cu regionalizarea modalităților de folosință a teritoriului (în cazul amenajărilor complexe); hărți etalon cu toposecvențe clinometrice delimitate pe baza claselor de pantă.

Atunci când se efectuează studii de geomorfologie cerute de practică, sunt folosite, pe lângă principiile și metodele obișnuite, principii și metode specifice, cum ar fi:

1. *principiul secvențialității*, stipulează că realitatea teritorială este inteligibilă pe întreg în măsura în care este și pe părți. Aplicarea secvențialității constituie calea sigură a intervenției corecte a omului asupra terenului;
2. *principiul coerenței*, variația fenomenologică se înscrie pe traiectoria legăturilor trainice;
3. *principiul antagonismului*, căci natura nu este niciodată uniform continuă;
4. *principiul instabilității* ne sugerează faptul că natura lucrează pe două tendințe –

negentropică, înscrisă pe cea entropică, care rămâne însă cu durată lungă;

5. *principiul catenei*, conform căruia părțile unei serii geomorfologice compun o unitate fie topostatică (fațetă înclinată, fațetă abruptă, fațetă cvasiorizontală), fie una genetică (dinamică – ca la un torent – bazinul de recepție, canalul, de transfer, conul de acumulare);

Principiul „catena” a fost propus de către Milne (1935, 1947) în legătură cu „soil surveys”, în sensul unei corelații între solurile de pe un versant și toposecvențele acestuia. De aici s-a formulat și concluzia că poziția unui segment de pantă la o localizare catenară particulară are nu numai o influență asupra tipului de sol care apare acolo, ci și asupra morfologiei segmentului. Apropiindu-ne de explicațiile date catenei geomorfologice (Scheidegger, 1986), devine evidentă secvențialitatea catenară prin inputul și outputul de masă și energie într-un curent de momente și mecanisme înlănțuite: fâșia eluvială, fâșia coluvială și fâșia aluvială, precum și în cazul unui sistem torențial (bazinul de recepție, canalul de transfer, conul aluvial). Echivalarea unei astfel de construcții catenare, cu secvențele de eroziune-transport-depozitare, apare evidentă. Segmentele respective se definesc nu doar prin existență morfofuncțională, ci și printr-o mișcare plan-spațială, ceea ce vorbește și de controlul principiului instabilității. (fig. 1).

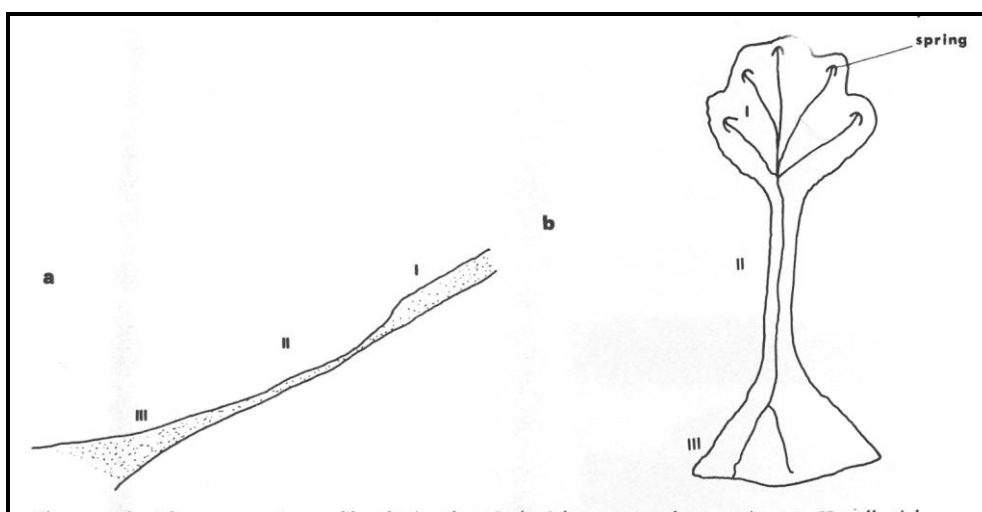


Fig. 1 Catena: eluviu, deluviu, coluviu; eroziune, transport, depunere într-un sistem torențial

Față de cele expuse, bazați pe literatura existentă, considerăm obligatorie depășirea restrictivităților de a considera „catena” doar ca secvențe dinamice echivalente cu mecanismele prin care este realizat fluxul de materie și energie. Ca urmare, *catena*, ca înlanțuire de părți (lanț catenar) legate între ele prin determinări: de poziție, de ierarhie sistemică (holarhie), de sinergie și altele, poate avea caracter:

- dinamic – torenți, văi, văi de deraziune, alunecări, curgeri noroioase etc. (fig. 2 a, b);
- static – ordonări de suprafețe legate prin contiguitate (ex. toposecvențele);
- funcțional – eroziune, transport, acumulare (ex. eluvii, deluvii, coluvii).

După cum operează raționamentul că dacă există relieful topografic, suprafețele plane stabile la diferite nivele, ele vor fi conexe de trepte instabile și segmente foarte active.

Cele două mari căi de abordare în cazul versanților: prima, catenar procesuală și genetică; a doua, secvențial clinotropică (pe clase de pante), merită a fi conexe și discutate prin funcția pantelor limită. *Valoarea* de 2^0 socotită ca pantă limită superioară pentru suprafețele orizontale, iar valoarea $3-5^0$ ca pantă limită de racord între versant și fundul văii sau între versant și platourile interfluviale (H. Summerson și M. Miller, 1960, G. Seret, 1963, J. Somé, 1966 etc.). Dacă adoptăm părerea (P. Macar și A. Pissart, 1966) că valoarea $3-5^0$ este limita inferioară a înclinării ce asigură un echilibru dinamic proceselor de modelare a versanților, atunci în ierarhizarea morfosecvențelor putem delimita „unități” morfoscalare *stabile* ($0-6^0$), *substabile* ($6-9^0$), *metastabile* ($9-22^0$) și *regresive* ($>31^0$).

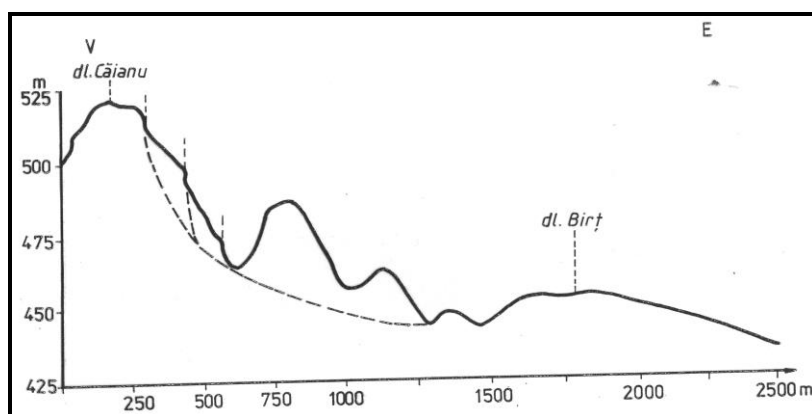


Fig. 2 a Catena secvențelor într-un complex de alunecare de tip glinee (în profil)

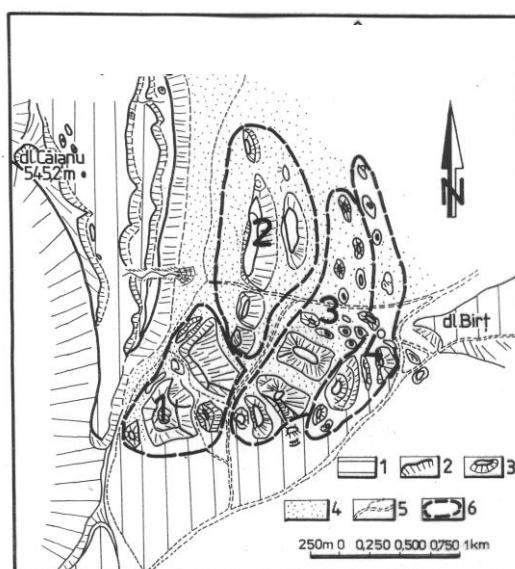


Fig. 2b Catena secvențelor într-un complex de alunecare de tip glinee (ansamblu morfologic)

Întregul teritorial poate fi apreciat ca superpoziționare și juxtapunere de „catene”. Această abordare diferă fundamental de ceea ce folosesc „școlile morfometrice”, adică de clasele de pante utilizate atât pentru deducții genetice, cât și pentru aplicarea diferențiată a lucrărilor de amenajare a teritoriului, cum sunt cele de îmbunătățiri funciare pe versanți.

Pe suprafața globului terestru, ordonările catenare au loc pe două direcții: *plan-spațiale* și *plan-verticale*. Pe unitate teritorială acestea realizează combinații geomorfologice funcționale de factură convergentă sau divergentă în care direcțiile vectoriale indică integrarea proceselor și formelor, ori, dimpotrivă, dispersia, disiparea masei și energiei.

Ilustrarea celor expuse poate fi multiplă. Apreciem ca oportună demonstrația pe morfounitatea versantului.

Indiferent în ce optică privim secvențele unui versant, rămânem convinși că fiecare „parte” îndeplinește o funcție de „verigă catenară” în ansamblul profilului, fie că acestea, vorbind numeric, sunt: 2, 3, 4, 9 etc. (fig. 3), cu atribute toposecvențiale, fie dinamice sau depoziționale (eluvii, deluvii, coluvii, aluvii). Fâșiile funcționale acceptate la cei mai mulți cercetători, după L. King (1957) sunt patru-cinci:

- convexitatea superioară sau panta crescândă (waxing slope), care crește ușor spre partea inferioară;
- fâșia nudă (abrupt, free face) afectată de dezagregări;
- fâșia de grohotiș (debris slope);
- concavitatea inferioară (panta descrescândă – waning slope) sau fâșia coluvială;

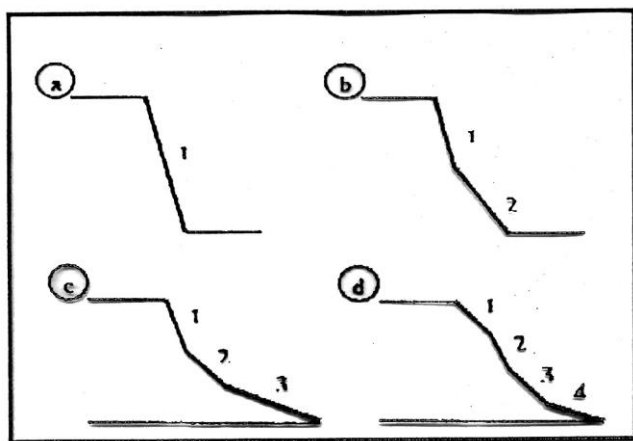
- fâșia cu deluvii – ce face legătura între convexitatea superioară și concavitatea inferioară.

Pe fața unui versant aceste fâșii se repetă frecvent, caz în care vom vorbi de o multiplicare morfosecvențială. Profilul versantului devine multispectral, ceea ce obligă practicienii să-și adapteze intervențiile la asemenea detalii sau să aplice lucrări unitare pentru întreaga față a versantului „sfârtecătă” (sfârmată) de procese extrem de difuze (fig. 4). Morfosecvențele extrapolate la profilul (linia), respectiv fața acestuia, vor compune *suprafețele funcționale*, *fâșiile funcționale*, respectiv *benzile spectrale pentru amenajare* (fig. 5). O morfosecvență va conține elemente:

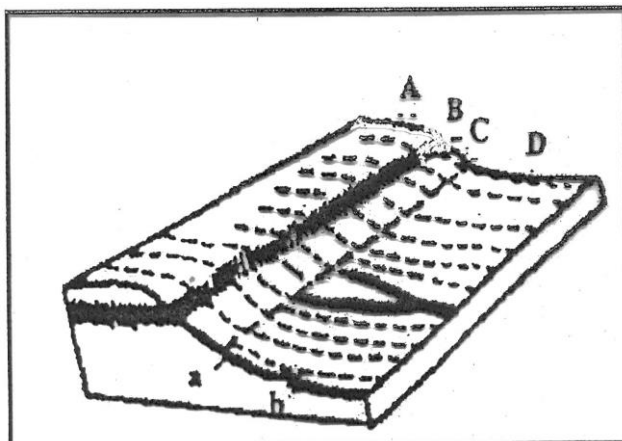
- clinometrice (pe clasa de pante adoptată);
- de formă geometrică (concav, convex, drept, mixt);
- de constituție geologică, formațiuni de cuvertură (scoarța de alterare, depozite remaniate).
- morfodinamice (obârșii de văi, cap de vale, talveguri, cornișe de desprindere, corpuri materiale în deplasare etc.);
- morfogenetice – procese specifice lineare, areolare, complexe.

Toate fâșiile de versant și morfosecvențele din cadrul lor vor fi evaluate și sub raportul stărilor sistemice (stabilitate, instabilitate, metastabilitate, fluctuație) și a tendințelor fundamentale (reziliență, durabilitate, regresivitate).

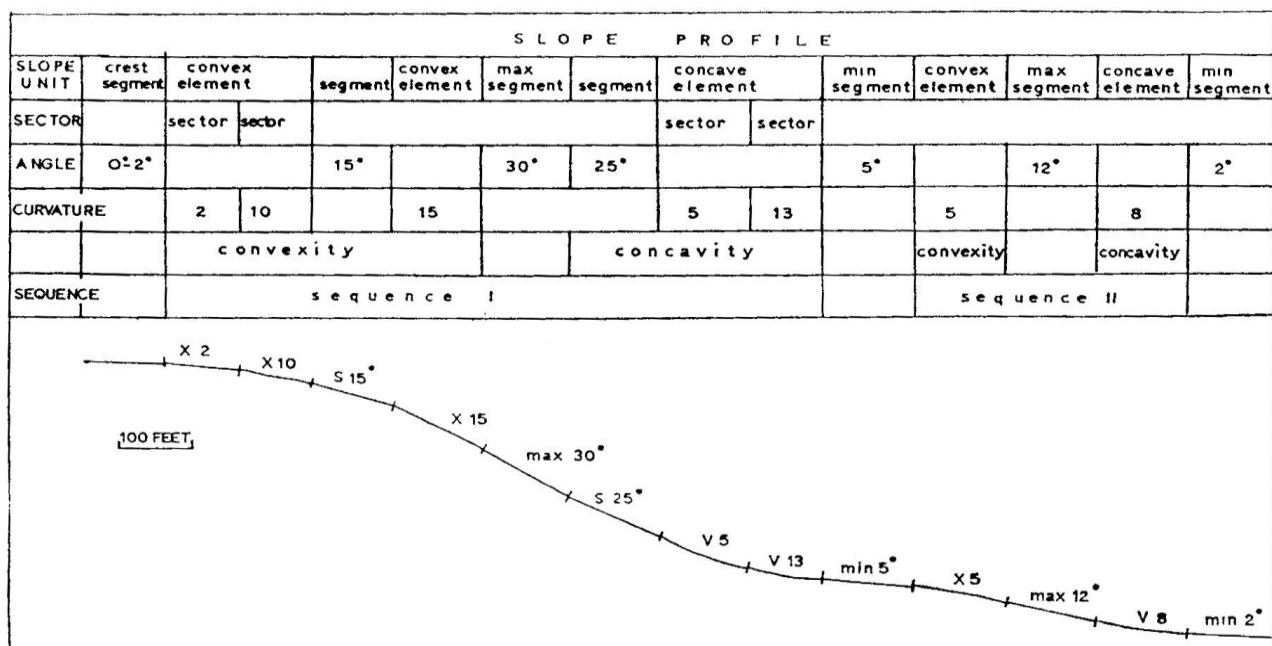
Morfosecvențele constituie suporturi efective pentru cartografierea geomorfologică aplicată, operație obligatorie în proiectarea și acțiunea de amenajare a teritoriului (fig. 6).



a.



b.



C.

Fig. 3a Unitățile morfologice ale versantului: a – o unitate, b – 2 unități, c – 3 unități, d – 4 unități;

b. Elementele versantului (după L. King, 1953): A – convexitatea superioară, B – abrupt,

C – fâșia de grohotiș, D – concavitatea inferioară;

c. Terminologia aferentă versantului (după Young, 1964)

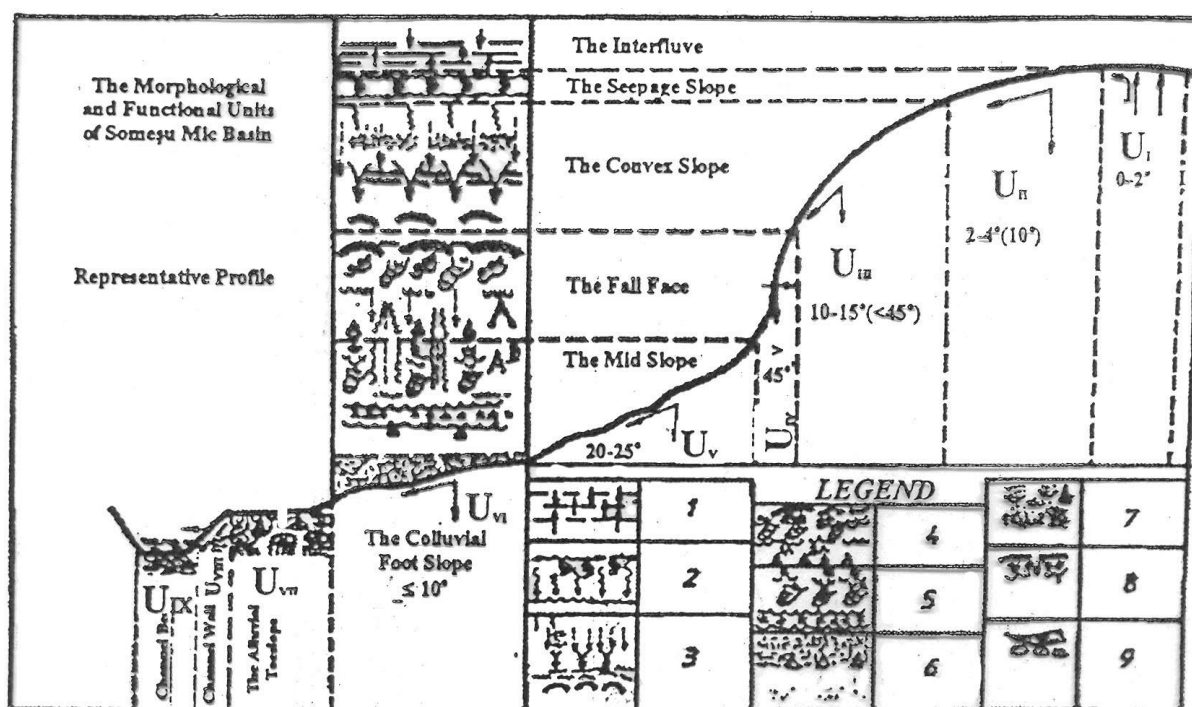


Fig. 4 Unitățile funcționale și morfologice ale versanților din bazinul Someșului Mic (sinteză):

1. Procese pedogenetice, circulația verticală a apei; 2. Circulație laterală superficială a apei; 3. Circulație difuză, creeping, circulație de tip rill, fâșii de solifluxiune, retragerea versantului; 4. Cornișă de desprindere la alunecări și prăbușiri, curgeri noroioase, ravene seci și cu apă, conuri de nisip; 5. Alunecări periglaciare, alunecări cubice, alunecări sub formă de limbă, creasta alunecării, canalul de alunecare; 6. Glacis, trene coluvial-proluviale; 7. Torenți, depozite aluviale, meandre; 8. Faza de desprindere, material prăbușit, material din rampa canalului de scurgere; 9. Transport de fund, transport în suspensie, transport în soluție, insule de râu



Fig. 5 Morfosecvențele amenajate dintr-un sistem de pante

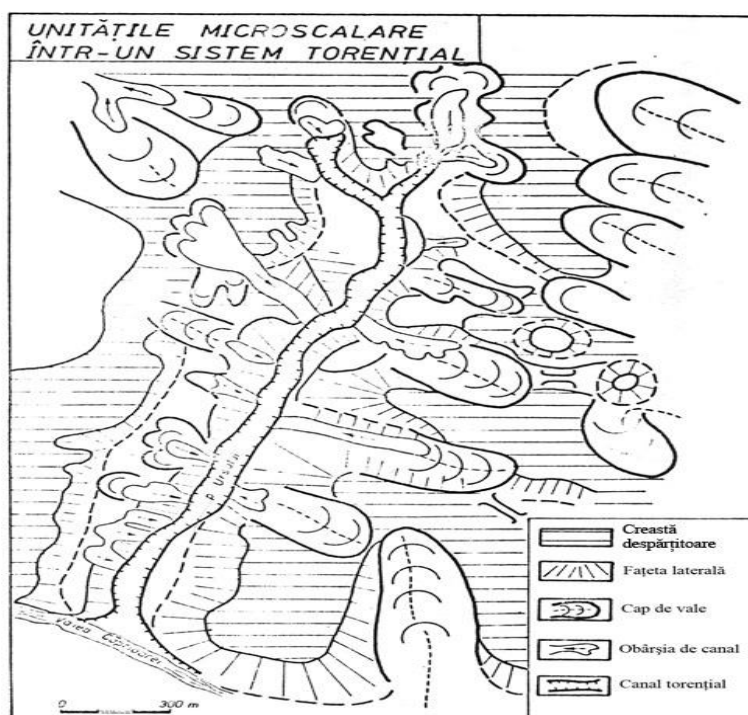


Fig. 6 Catena torentului – unități microscalare și de proiectare pentru amenajare

BIBLIOGRAFIE

- MAC, I. (1977), *Aplicarea corelațiilor pedogeografice pentru separarea unităților de peisaj și agrostazionale, cu exemplificări din împrejurimile orașului Cluj*, (The Application of Pedogeographic Correlations for Separating the Landscape and the Agrostational Units, with Examples from Cluj Surroundings), în colab., *Lucrările Conferinței naționale pentru Știința Solului*, Craiova.
- MAC, I. (1980), *Modelarea diferențiată și continuă a versanților din depresiunea Transilvaniei*, (The Continuous and Differentiated Modelling of the Slopes in Transylvanian Depression), *Studia UBB, Geologie-Geographie*, XXV, 2, Cluj-Napoca.
- MAC, I. (1982), *Analiza unui tip de sistem geomorfologic din Valea Someșului în vederea amenajărilor teritoriale*, (A Type of Geomorphologic System Analysis in the Someș Valley, with a View to Territorial Fitting Cut), *Bul. S.S.G. din R.S. România*, VI (LXXVII).
- MAC, I. (1986), *Folosirea unităților microscalare în cartografierea geomorfologică specială*, (The Utility of Shortscale Units in Special Geomorphological Mapping), *Lucrările Stațiunii de Cercetări "Stejarul"*, Piatra Neamț, *Seria Geografie*, 9.
- MAC, I., ZEMIANACHI, SANDA (1993), *Aplicarea principiului catenei în geografie* (The Application of the Catena Principle in Geography), *Terra*, 1-4, anul XXV (XLVIII).
- POSEA, GR., CIOACA, A., (2003), *Cartografierea geomorfologică*, Editura Fundației România de Măine, București.
- SCHEIDEGGER, A.E. (1986), *The Catena Principle in Geomorphology*, *Z. Für Geomorphologie*, Band 30 (3).
- KING, A. M. K. (1966), *Techniques in geomorphology*, Eduard Arnold (Publishers), London.

The role of the relief in territorial planning

Nicolae JOSAN

Abstract. Within the territorial planning the natural factors could be restrictive for some activities or favourable for other activities. The relief is one of the factors “deeply involved” in territorial planning in two ways: as natural resource and due to geomorphological dangerousness. Depending on the instability of relief forms different way of using could be chosen. A study related to the role of the relief in territorial planning must take into account the morphometric parameters and the geomorphological processes. During the human history, the relief played different functions: habitat function, work object function, border or boundary between states or regions, defending functions, recreative function, spiritual function.

Theoretical background

Being a vital part of sustained development, the territorial planning must take into account all the factors which are the basis of the implementation of sustained development for the present and for the future generations. This the reason why the territorial planning must take into account the natural potential of an area for the best use of it.

Within the territorial planning, the natural factors (relief, geology, climatic conditions, water resources, soils, vegetation) could be restrictive ones (for some activities) or could be favourable ones (for other actions). The most important thing is to know those elements of the natural factors which lead to the best fulfilment of our goals and helps us to avoid the induced dangers.

The basis for territorial planning must be, for this reason, the physical background or the relief.

The influence of the relief in territorial planning could have two directions. The relief is a *natural resource*, on the one hand, and the support for the human activity and a working object (together with the soil) on the other hand.

The other way of “implication” of the relief is given by the *geomorphological dangerousness* which indicates the possibility that a single phenomenon of geomorphological instability

could occur in a certain period of time. (Panizza M., Sandra Piacente). The geomorphological dangerousness is the result of the “fusion” between the intensity of occurrence and the frequency of manifestation. This is the starting point for the stability or instability of certain relief forms, with a special role in the land use of the relief.

A relief form is unstable when it is not in equilibrium with the environment. But the instability must not be considered in an absolute way because it could be unstable in connection with a process (e.g. a slope consisted of marls and clays is affected by landslides) or could be stable in connection with other processes (e.g. the same slope in connection with fluvial erosion).

Depending of the instability of a certain relief form is the way in which the land use/management is made for achieving the optimum and most efficient solutions.

The elements (parameters) which must be take into account in territorial planning are the following:

- *the altitude*, it is an important factor which condition other elements of the environment such us climate, vegetation, soils;
- *the slope or the angle of the slope*, which directly influence the stability of the slopes through the processes which could occur on it, the access of certain means of

transportation, certain agricultural techniques, the received solar energy a.s.o.;

- *the slope exposition*, together with the angle, cause the differentiations of received quantity of solar energy;
- *the density of fragmentation (km/sq km)* is an important element within the studies of territorial management, the higher the values of this indicators are the greater the limitations are for relief use;
- *energy of relief*, usually closely related to the altitude and slopes, could have a restrictive or favorable role for some human activities.

In consequence, a study of the relief must integrate all these quantificated factors, the relationships among them and other elements must be established, such as the hydrographical network, vegetation a.s.o.

The *geomorphological dangerousness* must be correlated with geomorphological processes which affect a certain area. Thus it is necessary to know the intensity and the frequency of some geomorphological processes on steep surfaces (slopes, some parts of fluvial terraces) or on horizontal and sub-horizontal surfaces (interfluves, floodplains) and also processes which occurs in the fluvial system (meandering, river untwining, river banks undermining a.s.o).

The relational analysis of above mentioned elements (geomorphological elements and geomorphological dangerousness) could drive to establishing the restrictivity or favorability of relief forms for specific human activities. A relief form could be restrictive for a certain activity or favorable for other activity. For example, a high mountain area, characterized by high altitudes, high values of slopes, relief energy, is restrictive for inhabiting agriculture but suitable for winter sports, tourism a.s.o.

The function of relief in territorial planning

During the long history of human society the functions of relief forms continuously changed. These functions ennerges from the fact that the relief was and still is the base for economic,

social and technological activities of the human society.

The habitat function

From the very beginning of the history of human society the man used caves and other natural excavations of the relief for living inside but the role of relief form was a very important one. Through its morphological parameters (slope, density of fragmentation, energy), the relief played an important role in spatial extension, in the structure of human settlements. Thus the spread-settlement type are specific to mountain areas, where the fragmentation of the relief is high, and the bulk type could be found in hilly area, mainly along rivers. The plain areas have no restrictions related to the influence of the relief.

In choosing the placement of a human settlement man must take into two elements: a water source and the settlement must avoid floods. This aspect is proved by the settlements discovered on the low fluvial terraces, on glacises, on islands. Just in the last decades the human pressure forces the settlements to extend on flooded zones or on unstable slopes and the results are obvious.

The territorial planning must take into account, for choosing areas for settlements, the stability of relief forms or the geomorphological dangerousness.

The Relief - work object

The oldest human activity is agriculture, an activity closely related to natural conditions. Depending on morphometric parameters – which influence, from some points of view, the microclimate and the soils – the relief directly influence the agricultural activity in an certain area. If the climates cause an arrangement in tiers for the crops, the relief's cause an local arrangement in tiers depending on altitudes, slopes, exposition. These parameters impose agricultural techniques compulsory for preserving slope stability, avoiding erosion, increasing agricultural productivity.

In parallel, the evolution of human society gained an order function: the administrative

one, the boundary function, between states or inside a state. A valleys, an interfluves, are the most common natural boundaries between states or administrative areas inside a state.

An opposing role, which means discontinuity, is the *convergence role* of some relief forms. An example is given by the Carpathians which are the birthplace of Romanian people. The convergence role of some social, economic and technological activities often superpose over depressions (Braşov, Sibiu, Făgăraş) or some valleys (Siret, Mureş, Someş valleys).

The impact of the relief in the development of transportation means was a very important one. The favorable conditions of some morphometric parameters played an important role (the degree of fragmentation, the lack of steepness) in the development of means of transportation which are situated mainly on lower terraces, on glacis or on the floodplains. The cut of slopes, without a precise analysis of the consequences, could cause major imbalances, without knowing the processes which could be induced (meteorization) or started (landslides, falls), could cause major material damages. Such an example is the situation along Jiu valley during the winter of 2006.

Choosing the route for transportation means in mountain areas must take into account the geology, some characteristics of the relief (slope, energy, degree of fragmentation), the induced energy inside the slope, vibrations generated by heavy traffic. A special attention must be bestowed in choosing crossing point for interfluves with low geomorphological dangerousness.

The relief play an important role in choosing the location for the airports. The lack of steepness and the continuity of relief forms are essential, thus the fluvial terraces, the floodplains or even the beaches are chosen for this purpose.

The building and the extension of harbors must take into the particularities of marine relief.

The defending function – was, by far, well expressed during history when the technical means were less sophisticated and was caused by the existence of “island-like” relief forms with a reduce accessibility.

Thus, the ancient and middle-ages fortresses were built on island-like relief forms (peaks, crests) with reduced accessibility due to the steep slopes. An example could be the ancient fortresses from Orăştie Mountains, middle-ages fortresses from Moldova, in all cases the relief being the main safety factor.

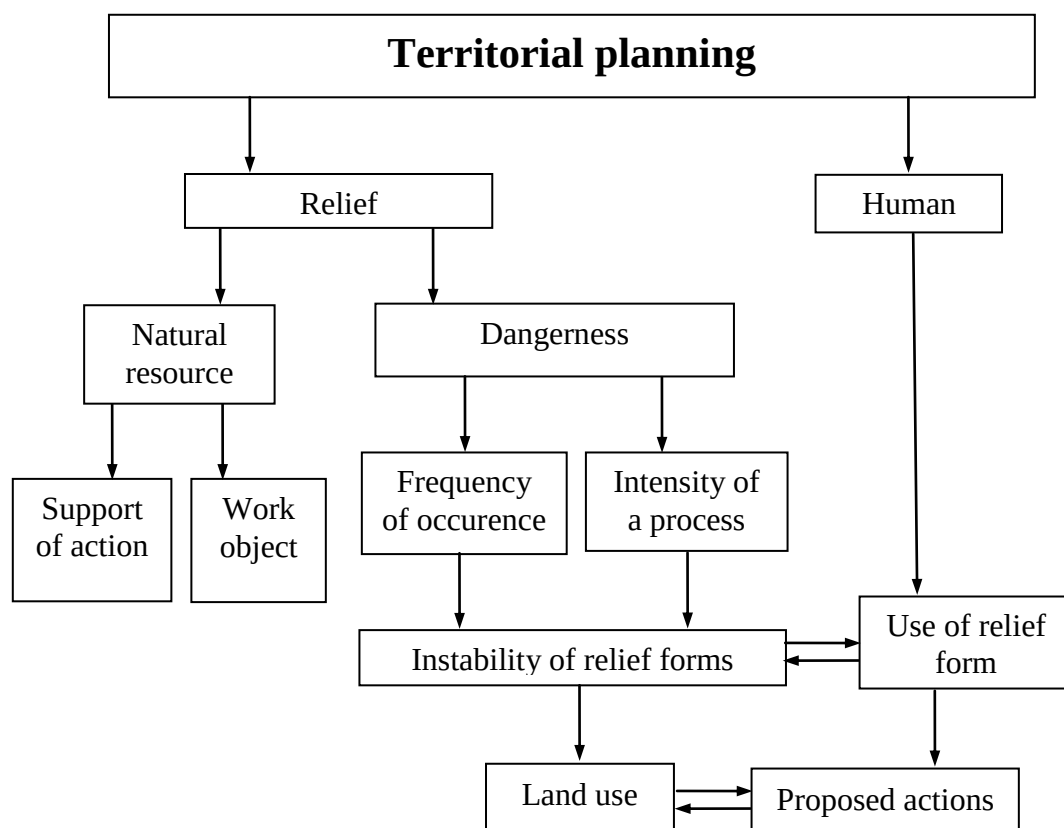
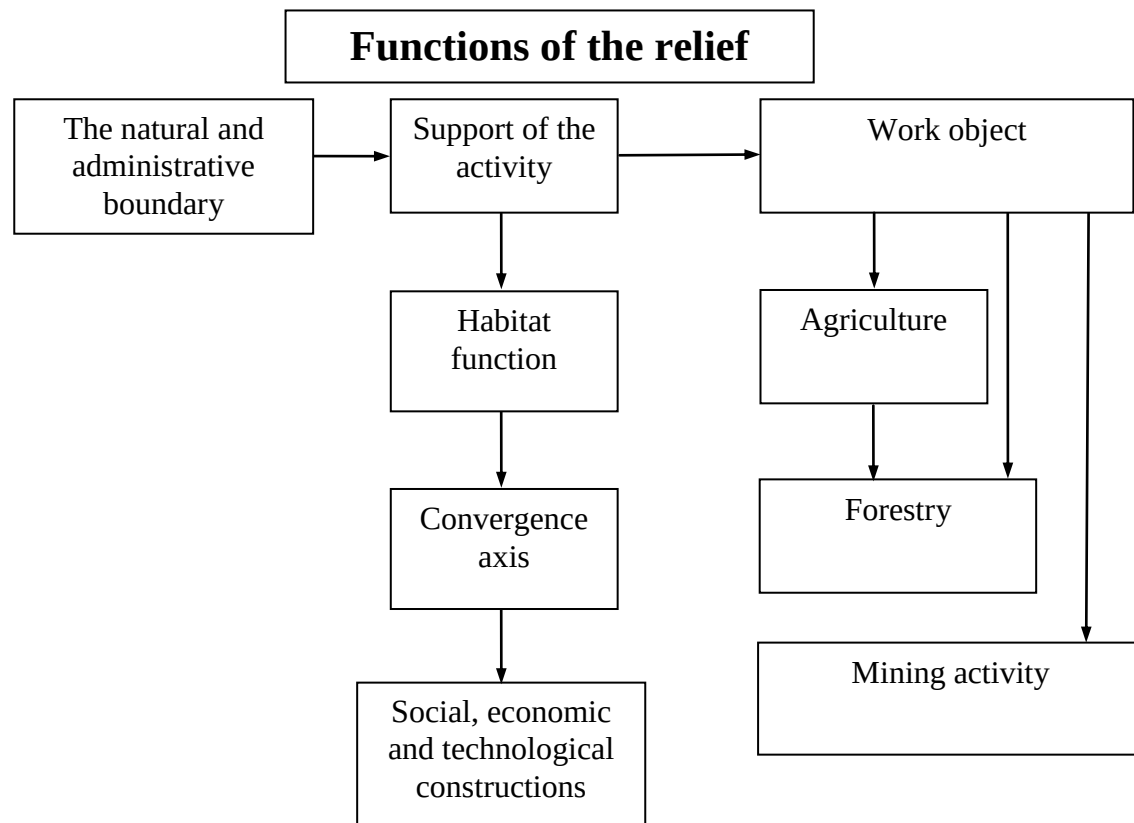
Even nowadays the role of the relief in placement the airfields, military harbors, rocket launch facilities, training areas, ammunition storage facilities is a very important one.

The touristic-recreative function. The relief could expose this function by itself or in association with other elements of the environment. The touristic features are valorized mainly in the last period of time due to the spectacularity of the relief forms. The areas with scientific values and those with unique features are declared protected areas and the territorial planning must take into account the existence of them.

Together with the climate, the relief is the main element for establishing facilities for winter sports. By itself, the relief is the “object” for some extreme sports such as climbing.

The use touristic potential must take into account the geomorphological dangerousness. The avalanches, rock falls, stone torrents, landslides are the most common processes.

The cultural and spiritual function usually is associated together with other cultural and spiritual manifestations. An example for territorial planning is the spiritual function of Athos Mountain or the Meteora Monastery. The relief, also, could be source of inspiration for artist, writers, painters, musicians.



REFERENCES

- COCEAN P. (2000), *Munții Apuseni. Procese și forme carstice*, Ed. Academiei, București.
- COCEAN P. și colab. (2004), *Planul de amenajare a Teritoriului Regiunii de Nord-Vest*, Ed. Presa Univ. Clujeana, Cluj Napoca.
- GRECU FLORINA (1997), *Fenomene de risc. Geologie și Geomorfologie*, Ed. Universității București.
- HAIDU I. (2002), *Analiza de frecvență și evaluarea cantitativă a riscurilor*, Rev. Riscuri și Catastrofe. Ed. Casa Cărții de Știință, Cluj Napoca.
- LABASSE I (1966), *L organisation de l espace*, Ed. Herman, Paris.
- PANIZZA M., SANDRA PIACENTE, (2004), *Geomorfologia Culturali*.
- URDEA P. (2005), *Ghețarii și relieful*, Ed Universității de Vest, Timișoara.
- YATSU E. (2002), *Fantasia in geomorphology*, Ed. Sozosh, Tokyo.

Universitatea din Oradea
Departamentul de Geografie, Turism și Amenajarea Teritoriului

Preliminary data about sporadic permafrost on Peristeri and Tzoumerka massifs (Pindos chain, Northwestern Greece)

Giovanni PALMENTOLA¹, Leonida STAMATOPOULOS²

Abstract: Inactive Rock Glaciers have been recognized and mapped on the Peristeri and Tzoumerka massifs, northern Pindos chain, Northwestern Greece, at around 2.000 m in altitude. Because of the lack of conclusive elements for dating them, with an inductive method we propose they could be chronologically attributed to the Dryas (17,000 – 14,000 years BP). Anyway, it must be noticed that Hughes et al. (2003) have dated back the RG found on Tymphi Mt, not very far to the north from Peristeri and Tzoumerka, to the Last Glacial Maximum (Late Würm). We do not have data to discuss or to disprove the proposal of those authors.

At the moment Peristeri – Tzoumerka represent the most southern permafrost landforms in Europe.

1. Geological setting and meteorological situation

The Pindos chain, extending from NNW to SSE, constitutes the backbone of the Greek peninsula, and is the largest mountain chain of Greece. It constitutes the continuity of the Dinarides and therefore it is a part of the wider system of the western Balkan Peninsula.

In this article, we present a census and preliminary consideration concerning some remains of discontinuous permafrost recognized on two adjacent massifs, Peristeri (also known as Lakmon) and Tzoumerka (also known as Athamanion). They are situated between 39°22'N - 39°43'N and 21°05'E - 21°15'E in the Epirus region, northwestern Greece (fig. 1). The Lakmon group reaches the maximum height on the Peristeri (2294 m), Pyramida (2240 m), Giannaki (2184 m) and Frougouras (2132 m) peaks. It is separated from the Peristeri group by the valley of the Kalaritikos River and it includes the highest peaks of the northern Pindos, such as Kakarditsa (2429 m), Chilia Exida (2254m), Katafighi (2098m), Strogoula (2112 m), Gerakovouni (2364 m), Sxismeno Lithari (2306 m), Katafidi (2393 m), Megalolivado (2199 m) and Sklava (2088 m).

From the geological point of view the region is part of the “Ionian zone”, constituted by Upper Eocene - Lower Miocene sedimentary sequences, as well as part of the “Pindos zone”, where Upper Cretaceous - Eocene sedimentary sequences outcrop. In the southern part of the studied area the formation of “Gavrovo zone” is present, mainly constituted of Triassic - Upper Eocene sedimentary sequences (Brunn 1956, Aubouin 1959, Vakalas 2003).

The mean annual temperature ranges in the area between 10.5 °C at Metsovo (1156 m a.s.l., north boundary of Lakmon) and 12.5 °C at Pramanta (835 m a.s.l., north side of Athamanion). The minimum absolute temperature, -15.4 °C, has been registered in Metsovo during the second half of the last century. At the weather stations around and inside the Massifs annual amounts of rainfall have been recorded, as follows: in Metsovo, 1486 mm; in Pramanta, 1683 mm; in Agnada (660 m a.s.l.), 1577 mm; at Theodoriana (960 m a.s.l.), 2562 mm; at Matsukion (1079 m a.s.l.), 1788 mm, and Mikro Peristeri (1040 m a.s.l.), 1315 mm. The number of days of total frost at Metsovo has been of about 10 (Souliis 1994).

The upper limit of the forest is, at present, at about 1700 - 1800m of elevation, depending on the exposure.

2. Previous knowledge on periglacial traces in Greece

Systematical studies of the periglacial features in the study area do not exist.

According to Sestini (1935) debris accumulations of periglacial origin could be observed from Albania and southwards along the Epirus chain until Acarnania not far from the gulf of Patras, as well as in some Ionian Islands. The author does not specify which kind of landforms are present there.

Mistardis (1935, 1937c), used, for the first time in Greek literature, the term Rock Glacier in his “Geomorphologic research in NE Epirus”.

Afterwards, a relict Rock Glacier has been noticed (Pechoux, 1970) on Mount Parnassus, southern Pindos chain, not far from its highest peak, Liakoura (2450 m) at an altitude of about 1950m. The author correlated this RG with adjacent moraines, and suggested a würmian age.

As far as Lakmon and Athamanion massifs are concerned, traces of relatively recent frost events are noticed by Hagedorn (1969) on the higher surfaces of the last one, where at around 1800m of altitude he observed very diffuse remains of gelifRACTED and ice transported debris, in the form of talus cone.

Hughes et al. (2003) have recently carried out periglacial research on the Tymphi massif, not far to the north from Peristeri and Tzoumerka. There, the authors studied and mapped relict and inactive Rock Glaciers preserved in some glacial shaped cirques. These remains (RG) represent evidences of sporadic permafrost during a relatively recent cold-stage in an area which shows widespread evidence of Pleistocene glacial activity. According to the authors, it is likely that these features have been built during or at the end of the maximum of the last Great Glacial Expansion (Late Würm), about 21,000 – 22,000 years BP.

This hypothesis is coherent with the suggested chronology proposed by Smith et al. (1997) for similar remains found on the Olympus Mount, in eastern Greece. The authors pointed out that the periglacial unit has been probably constructed during a periglacial cold-dry climatic regime, maybe during the early - middle Pleistocene.

3. Peristeri-Tzoumerka Rock-Glaciers

Rock glaciers are debris masses containing, when active, underlying or widespread internal ice, which slowly creep down slope. On the Peristeri and Tzoumerka massifs 14 of these forms have been found and studied, all characterized by the same or similar lithology.

Recognized and mapped RG are extensive and enough well preserved. Their main characteristics are summarized in Table 1, and their location is shown in Fig. 1.

The more voluminous RG are exposed to the north and north-east (Fig. 2; Table 1), where slopes are less warm because exposed to coldest and arid air masses arriving from the north – north-west. Probably the scarcity in RG on the slopes towards south and west could be due to the effect of the Phoen, and also to the fact that along the western side of the chain cold masses from north-east meet the warm ones from the Mediterranean area, which rapidly increase the temperature.

Fig. 3 and Table 1 show that the length of each RG increases between 250 and 2500m, as well as that they are located at an elevation between 1330 and 2080m. The relationship between length and maximum altitude of each of the RG is synthesized in Fig. 4, where it can be noticed that their length is not connected with their position in altitude, so that the longest ones are placed at around 1800 m a. s. l.

On the other hand, the exposition appears to have strongly influenced the length of the RG, in such a way that the greatest and longest ones have been found onto slopes exposed towards NNE and N (Fig. 4).

The inclination of the surface underlying each RG as well as the extension in altitude of each tributary surface have also been studied (Fig. 5); it can be noticed that all studied rock glaciers are located not far from the best-fit line, except for the RG n° 11. In general the situation confirms that the dimension and the length of rock glaciers increase progressively with the extension of the over hanging tributary surface.

Regarding the slope gradient, the greatest concentration of rock glaciers is correlated to slopes of between 12% and 30%, while the longest ones are on slopes of 12% to 38% (Fig. 6). Greater dips do not seem suitable for the formation and activity of rock glaciers.

Concerning the age of the studied Rock Glaciers, there are not conclusive elements for dating them precisely. Consequently, we are obliged to use an inductive method, successfully utilized for inferring the age of rock glaciers found in the Albanian Alps by Palmentola et al. (1995). This kind of approach starts from the knowledge that RG are and were active where the mean annual temperature is/was of about -2°C . Based on the sea level paleo-temperatures (Emiliani, 1955; Ryan 1972; Thiede, 1978) and knowing the present day altitude of the -2°C isotherm, we can calculate that RG have been active when sea level

temperature was about $6^{\circ}\text{C} - 7^{\circ}\text{C}$ lower than today. The result of this operation permits to suggest that RG on the Peristeri and Tzoumerka massifs could be referable to a period of time between 17,000 and 14,000 years BP, Dryas period, which probably represents the most recent large-scale cold-climate in the region.

A different chronological supposition, proposed by Hughes et al. (2003), which attributes RG found on the Mt. Tymphi, in the northwestern part of Greece, not very far from Peristeri, to the Last Glacial Maximum, 21,000 – 22,000 years BP, could also be taken into account.

Table no 1

Location and essential data about Rock Glaciers on Peristeri and Tzoumerka massifs

R. G.	Rock glacier Location	Max altitude (m)	Min altitude (m)	Length (m)	Width (m)	Exposure	R. G. Slope (%)	Tributary Surface Extension (m)	Tributary Surface Slope (%)
1	Peristeri 39° 41' 36" 21° 08' 06"	2000	1780	750	500	N	38	120	60
2	Spana 39° 41' 10" 21° 06' 28"	1830	1720	1000	250	N	12	300	33
3	Diamandi 39° 41' 36" 21° 07' 00"	1940	1800	800	300	N	15	400	35
4	Asprovrisi 39° 40' 00" 21° 07' 45'	2080	2000	250	400	SE	16	150	53
5	Piramide 39° 39' 36" 21° 07' 45'	1960	1840	550	250	NW	38	500	32
6	Megas Trapos 39° 39' 44" 21° 08' 02"	1980	1920	400	250	ENE	20	400	21
7	Suflomiti 39° 38' 11" 21° 09' 00"	2000	1860	500	250	N	28	40	50
8	Baros 39° 37' 23" 21° 09' 49"	1780	1690	250	100	N	40	300	21
9	Lakkos 39° 35' 44" 21° 12' 01"	1890	1750	450	200	E	22	750	50
10	Splatura 39° 33' 34" 21° 12' 45"	1800	1690	900	400	E	28	800	4
11	Kokkinovrisi 39° 29' 16" 21° 13' 45"	1800	1500	1500	450	NNE	21	600	36
12	Neraida 39° 28' 01" 21° 12' 24"	1540	1330	450	200	ESE	30	750	60
13	Sclava 39° 24' 13" 21° 09' 48"	1880	1820	500	250	N	12	650	23
14	Sclava 39° 23' 55" 21° 10' 44"	1800	1760	250	200	ENE	30	300	23

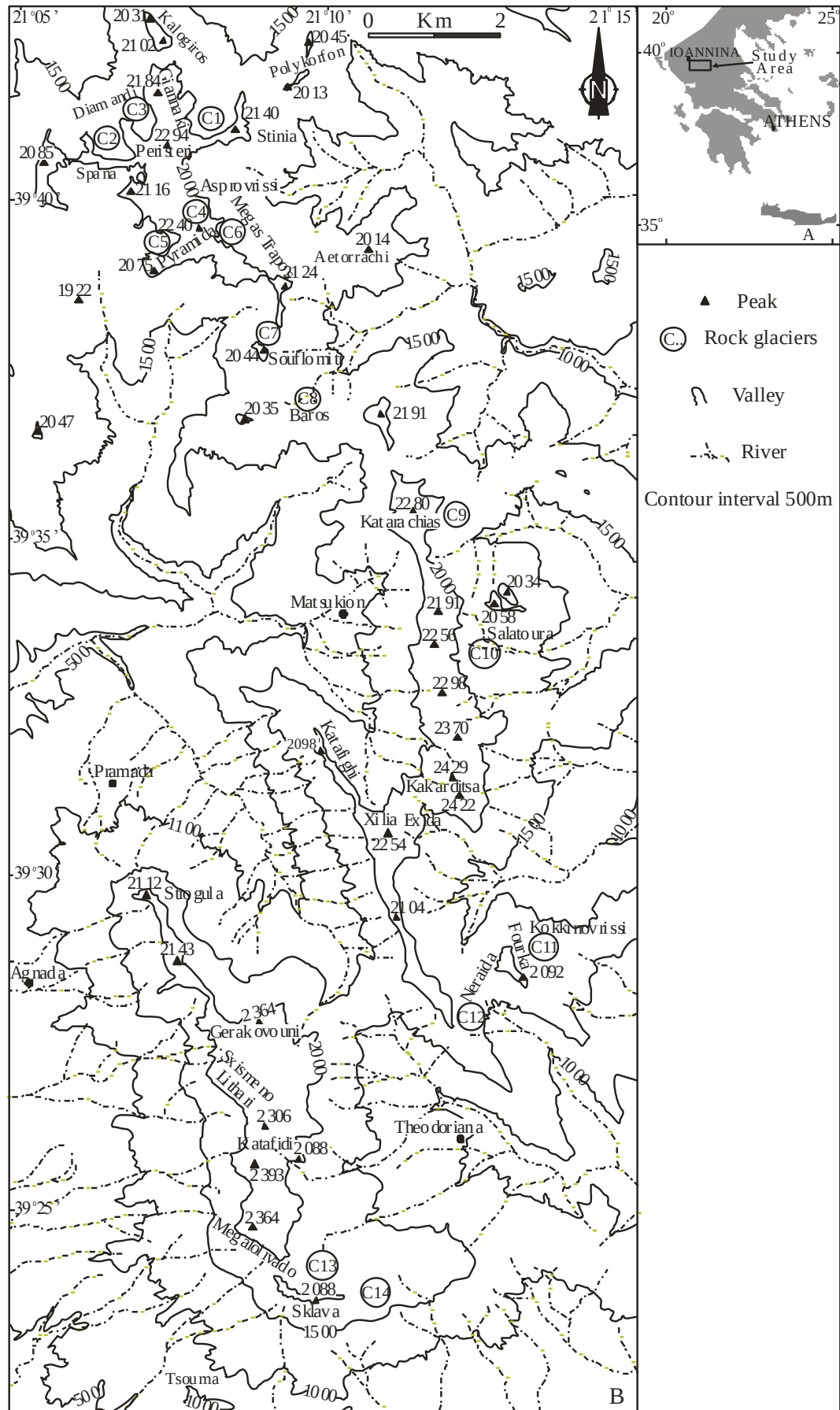


Figure 1. Location map of the investigated area and position of the Rock Glaciers found

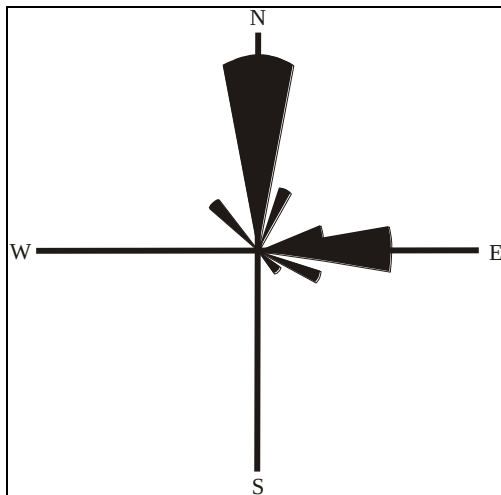


Figure 2 Rose diagram of the rock glaciers orientation

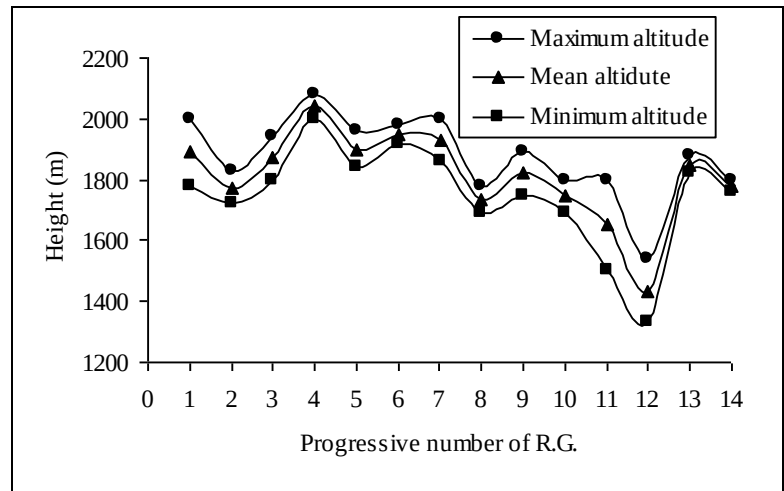


Figure 3 Extent of each Rock Glacier in altitude

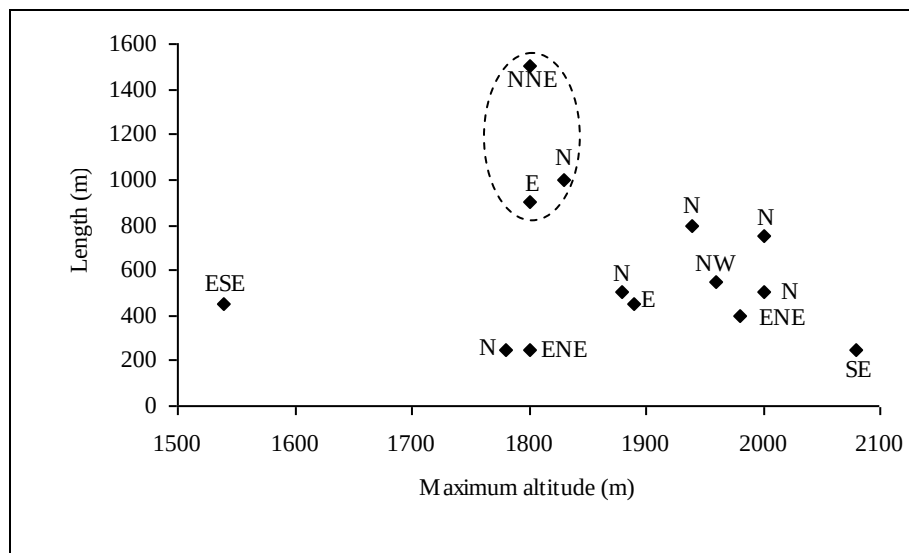


Figure 4 Relationship between maximum altitude and length of each RG and its own exposure

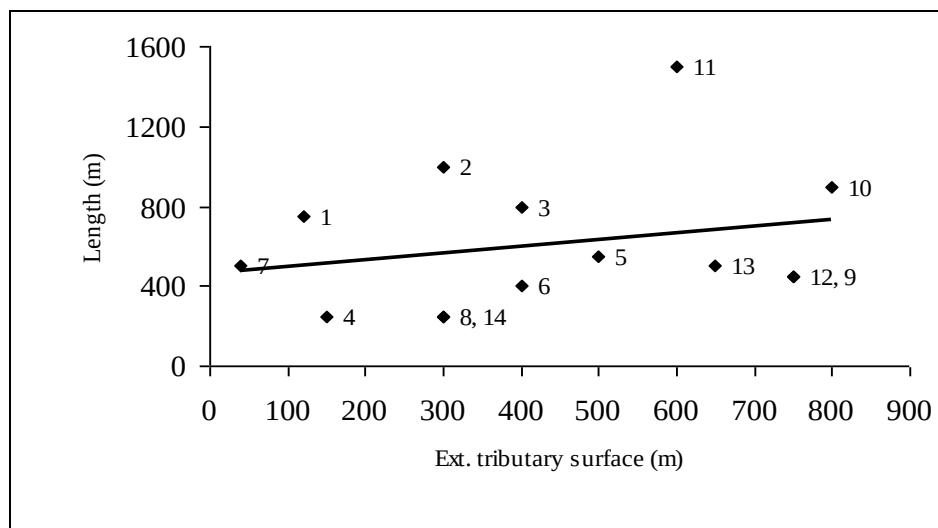


Figure 5 Relationship between the length and the extension of the tributary surface

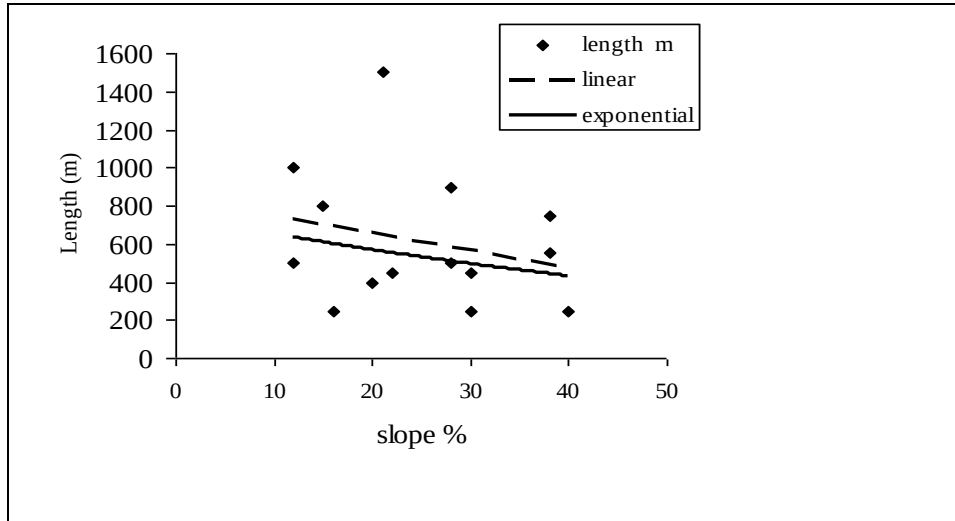


Figure 6 Relationship between bedrock mean slope and length of each Rock Glacier

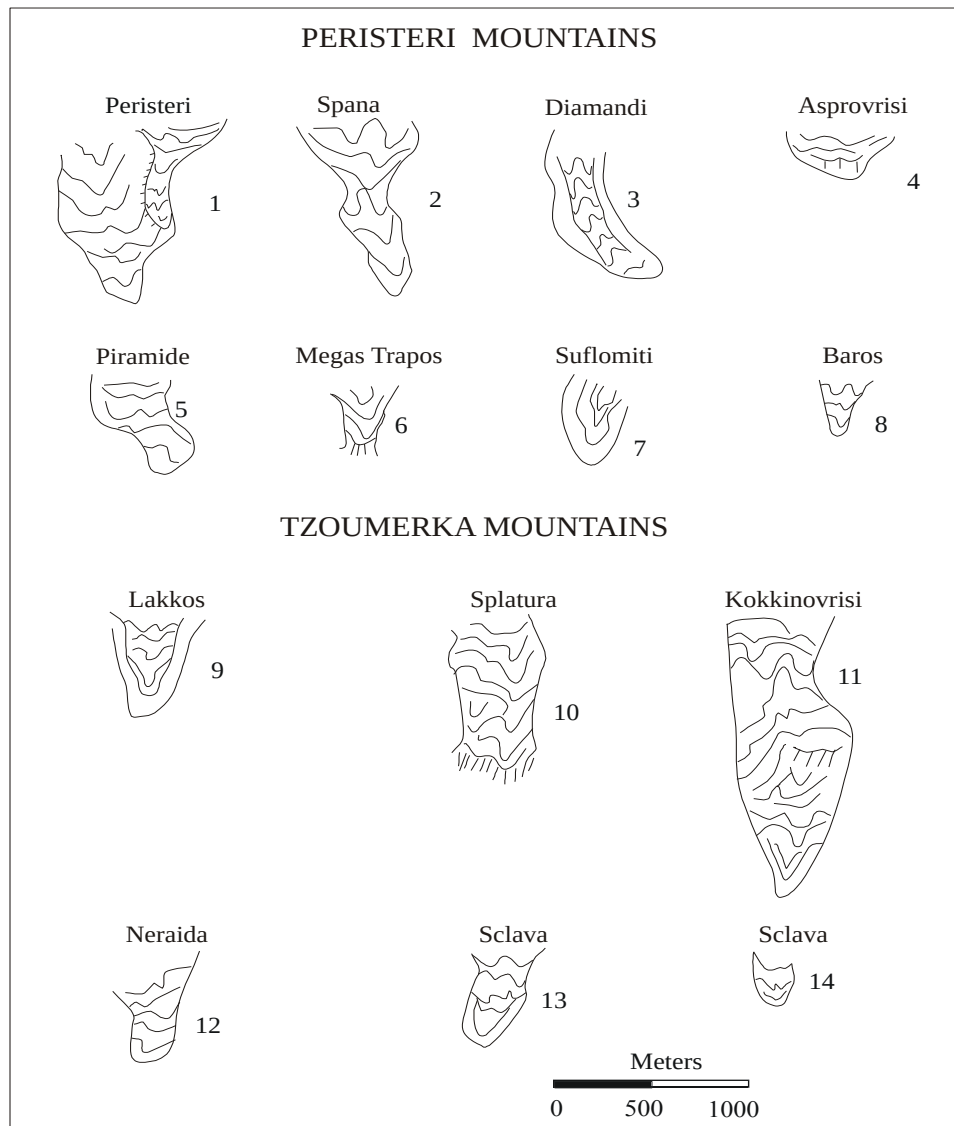


Figure 7 Outline and morphology of Rock Glacier on the Peristeri and Tzoumerka massifs in the Northern Pindos chain

Conclusion

Researches on Peristeri and Tzoumerka massifs, in the northern Pindos chain, allowed the recognition of several remains of sporadic permafrost, represented by lobate rock glaciers with a great variety in size and shape (Fig. 7). Most of these landforms are exposed towards north and north-east. Their lengths result not to be in relation with altitude; so that the longest have not the most elevated position (they are located at around 1800m a. s. l.). On the contrary, the exposure appears to have decisively influenced their length. The greatest concentration of rock glaciers has been found where slopes dip between 12% and 30%, while the longest are on slopes of 12% to 38%.

The necessary environmental conditions for their origin and activity, very difficult to calculate, could be found at about 21 000 – 23 000 years BP, according to Hughes et al. (2003) who referred rock glaciers on Mount Tymphi to the Last Glacial Maximum, or at about 14.000 – 17.000 years BP according to Palmentola et al (1995) who referred RG found on the Albanian Alps only to the Dryas.

Anyway, Rock Glaciers on the Peristeri and Tzoumerka massifs represent the southernmost permafrost landforms until now recognized and mapped in Europe, apart from one similar remain noticed by Pechoux (1970) on the Parnassos massif.

REFERENCES

- AUBOUIN, J. J. (1961). Geological map of Greece, Pramanta sheet, 1:50000, Institute for geology and subsurface research, Athens, Greece..
- BRUNN J.H. (1956). Contribution a l'etude geologique du Pinde septentrional et d'une partie de la Macedonie occidentale. Ann. Geol. des Pays Hell., 71, 1-358.
- EMILIANI, C.. (1955). Pleistocene temperature variations in the Mediterranean. Quaternaria,2, Roma.
- HAGEDORN, J., (1969). Beiträge zur Quartärmorphologie griechischer Hochgebirge. Universität di Göttingen. 135pp Heft 50 Mit. 44 Abbildungen.
- HUGHES, P. D., GIBBARD, P. L. and WOODWARD, J. C. 2003. Relict rock glaciers as indicators of Mediterranean palaeoclimate during the Last Glacial Maximum (Late Würmian) in northwest Greece. J. Quaternary Sci., Vol. 18 pp. 431–440.
- MISTARDIS, G. (1935). Geomorphologische Untersuchungen in NE-Epirus, Ggriedi., zit. nach MISTARDIS, Athens Greece.
- MISTARDIS, G. (1937c). Recherches géomorphologiques dans le NE de Epire. Z. f. Gletscher-kunde, 25, 280-282.
- PALMENTOLA G., BABOCI K., GRUDA GJ. & ZITO G., (1995). A note on Rock Glaciers in the Albanian Alps, Permafrost and Periglacial Processes. Vol. 6, 251-257.
- PECHOUX P.Y. (1970). Traces d' activité glaciaire dans les Montagnes de la Grèce centrale, Rev. Geogr. Alpine, 58, 211-224.
- RYAN, W.B.F. (1972). Stratigraphy of Late Quaternary sediments in the Eastern Mediterranean. The Mediterranean sea.
- SESTINI A. (1935). Trace glaciale nel Pindo epirota. Boll. Soc. Geogr. Ital., VI.
- SMITH GW, NANCE RD, GENES AN. (1997). Quaternary glacial history of Mount Olympus. Geological Society of America Bulletin 109: 809–824.
- SOULIS N., (1994). The climate of Epirus, 99 pp. Ioannina 1994.
- THIEDE, J. (1978). Glacial Mediterranean. Nature, 276. Cambridge.
- VAKALAS J. P., (2003). The Evolution of Foreland Basins in Western Greece, PhD thesis, University of Patras, 373 pp.

¹University of Bari, Department of Geology and Geophysics, Bari, Italy

²University of Patras, Department of Geology, Patras, Greece

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).

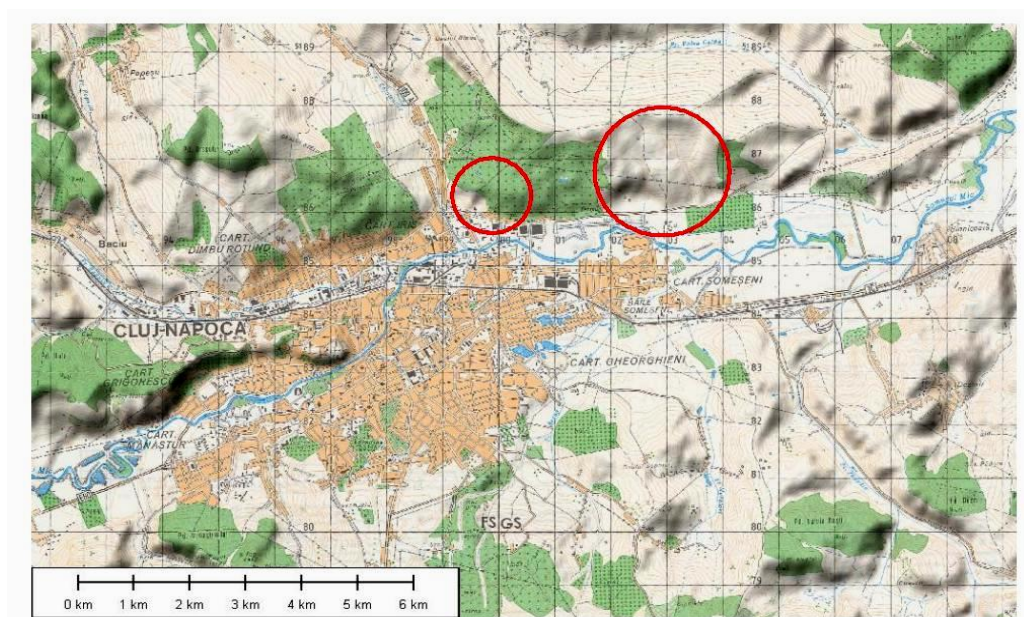


Fig.1 Încadrarea în teritoriu a arealului de studiu

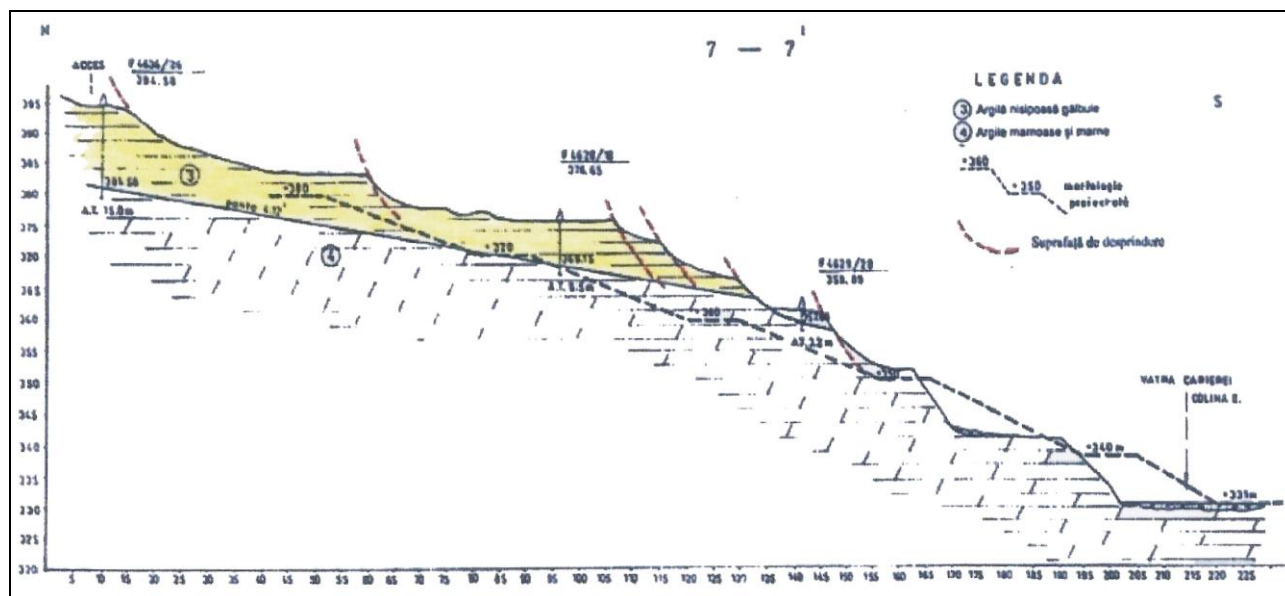


Fig. 2 Profil geologic – arealul carierei Colina

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 gălbui* cu plasticitate mare și foarte mare, consistență vâtoasă, compresibilitate medie, saturată;

- *nisip argilos și argilă nisipoasă* cu plasticitate mijlocie, consistență vâtoasă, 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 (incizie

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).

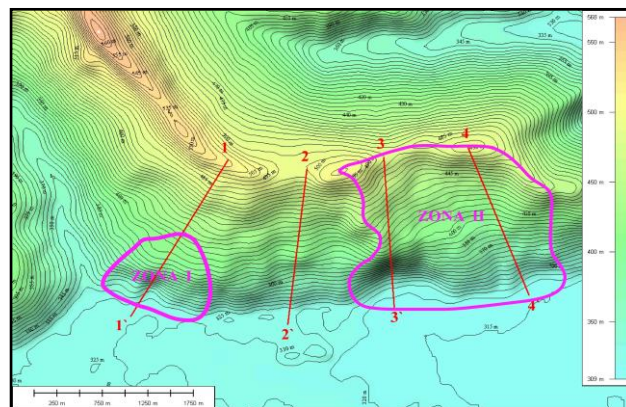


Fig. 3 Amplasarea profilelor

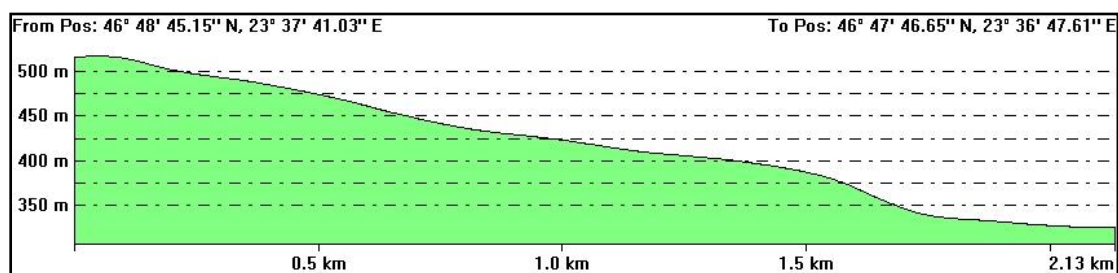


Fig. 4 Profilul 1-1'

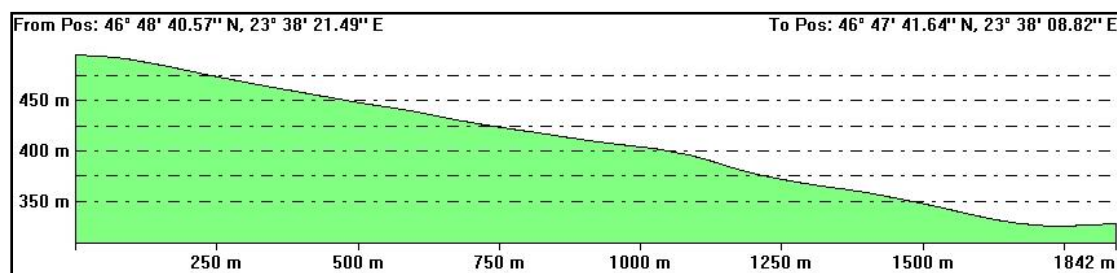


Fig. 5 Profilul 2-2'

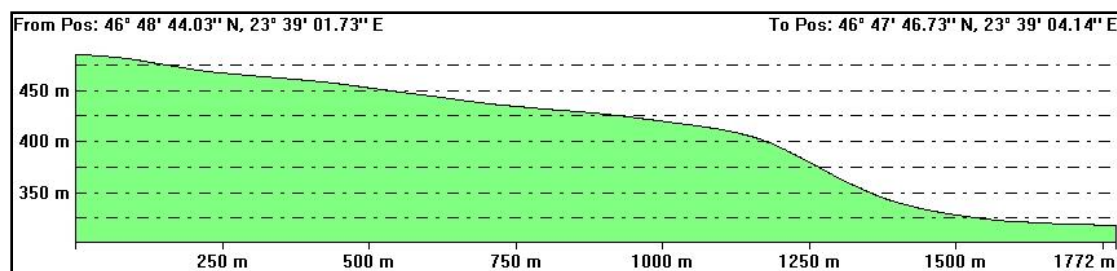


Fig. 6 Profilul 3-3'

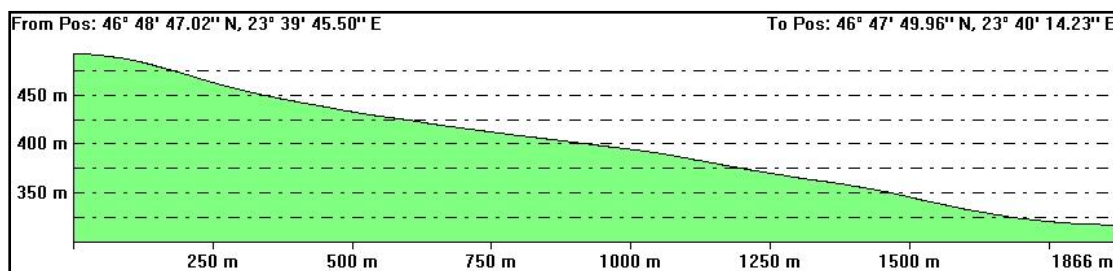


Fig. 7 Profilul 4-4'

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.

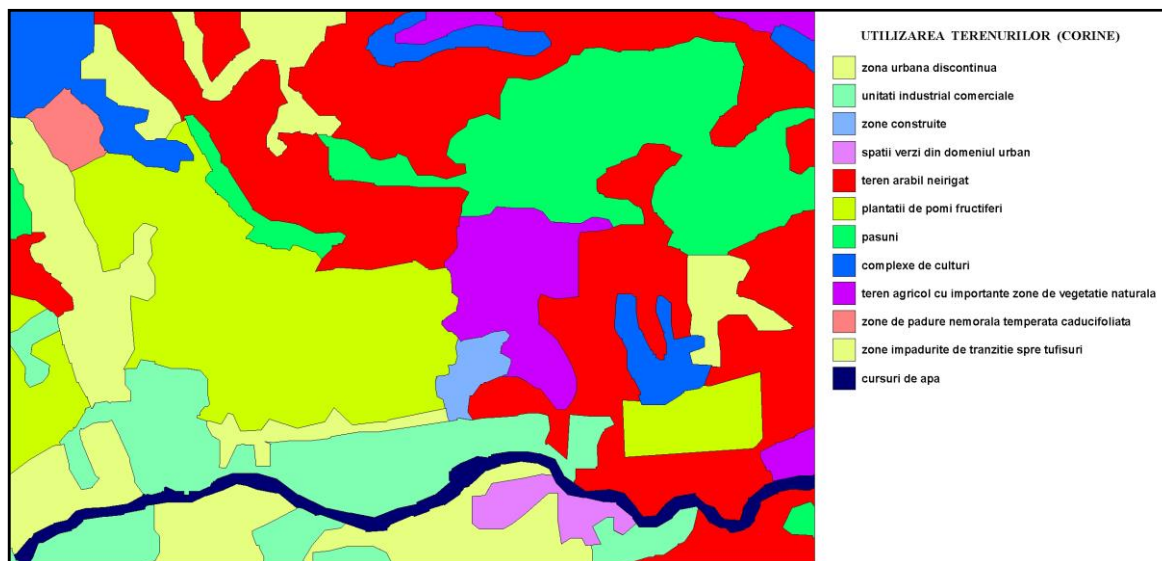


Fig. 8 Modul de utilizare al terenurilor

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 ploi 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 capitolul 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 preabilitatea 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 amenajiștilor.

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 predispuse la declanșare. Sezonul rece, caracterizat de precipitații reduse, asigură umiditate suficientă pentru întreținerea unei dinamici reduse.

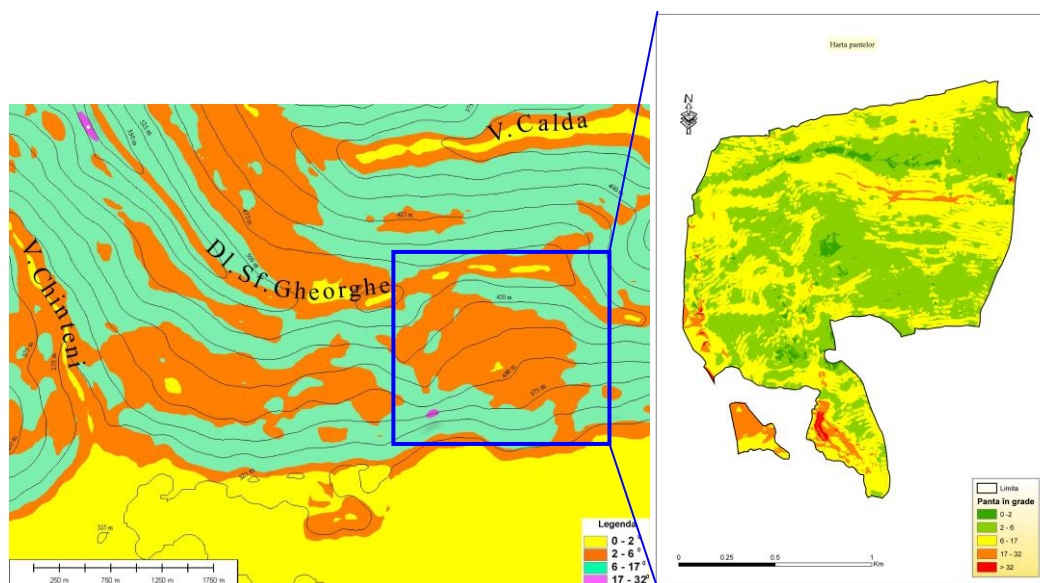


Fig. 9 Harta pantelor (cu detaliu)

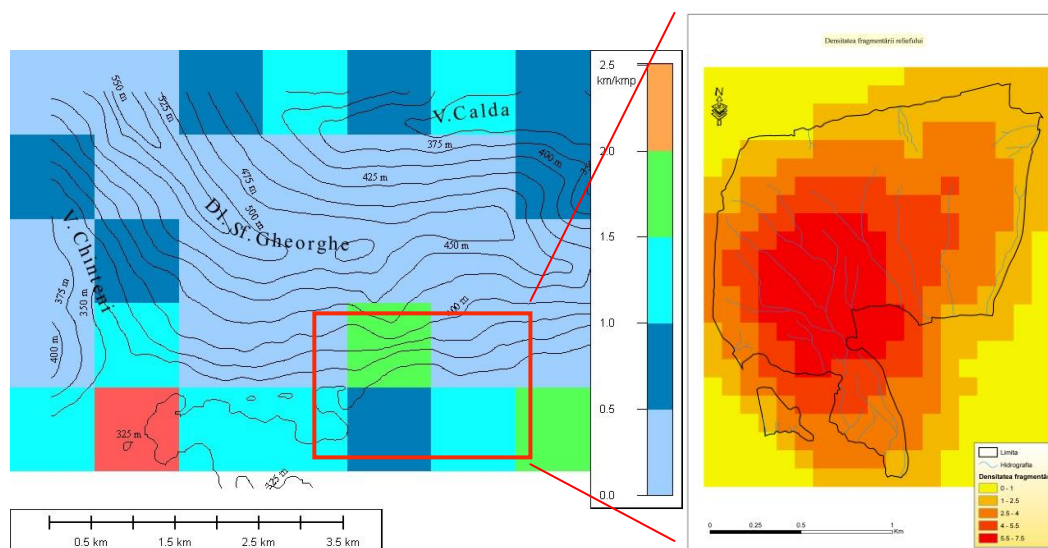


Fig. 10 Harta fragmentării orizontale a reliefului (cu detaliu)

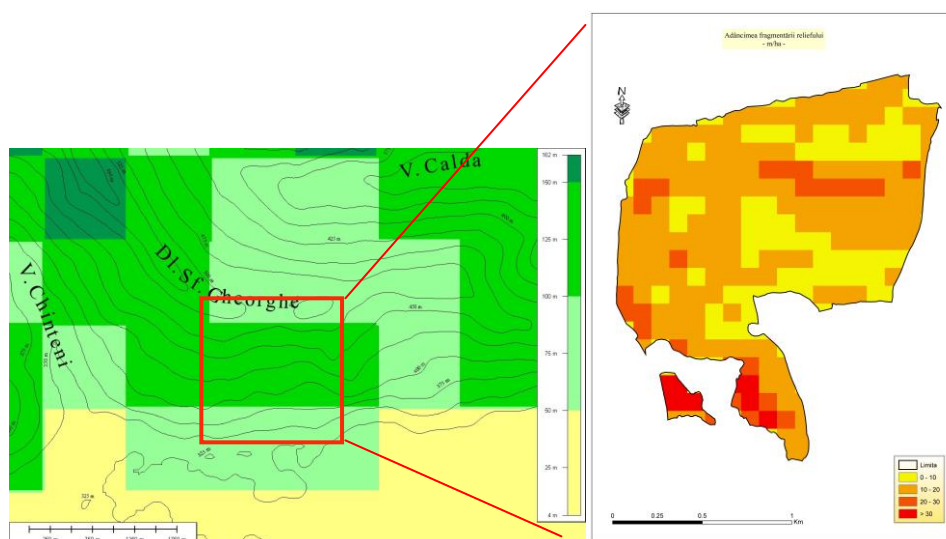


Fig. 11 Harta adâncimii fragmentării (cu detaliu)

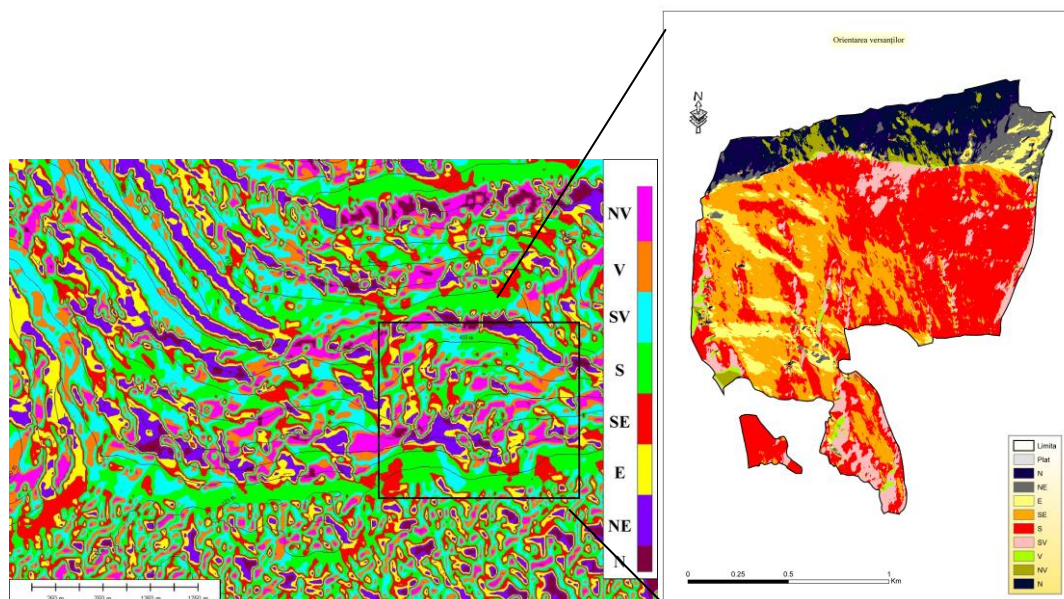


Fig. 12 Harta orientării versanților (cu detaliu)

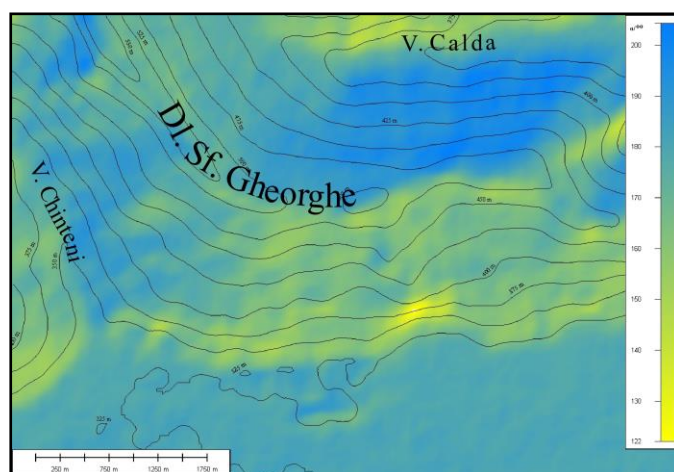


Fig. 13 Harta gradului de umbrire a versanților

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 m³. Din acesta în anii 2004-2005 s-au pus în mișcare 496.400 m³. Mare parte din acest volum de material este relocalat pe banchetele amenajate în anii succesivi și numai

aproximativ 15.000 m³ 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):

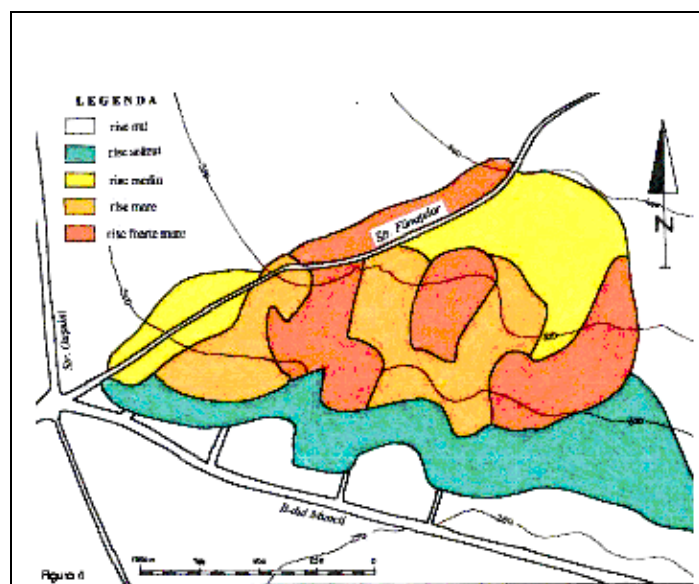
- zone cu risc foarte mic suprapuse interfluviilor;

- 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.

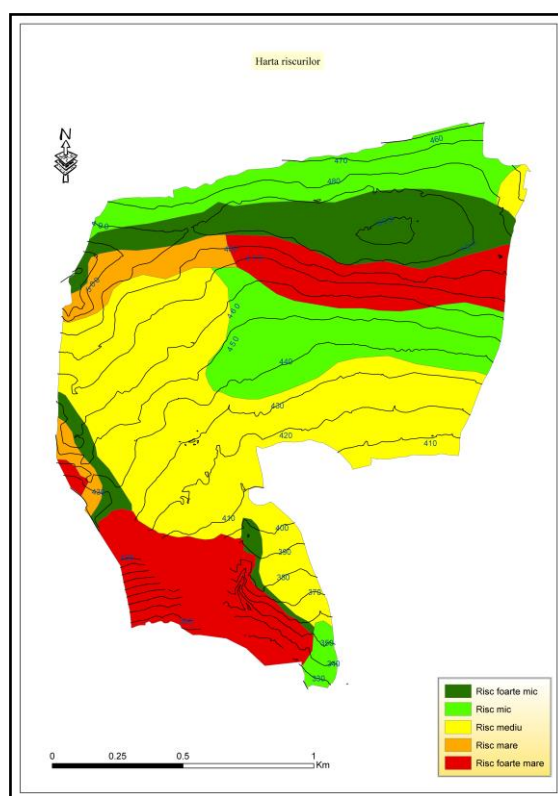
Concluzii

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

- 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).



A



B

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

Restructurări plan-spațiale în evoluția recentă a albiei Crișului Repede (între Ciucea și Oradea)

D. PETREA¹, I. RUS¹, Rodica PETREA²

Abstract: Spatial Restructurations in the Recent Evolution of the Crișul Repede alluvial Channel. The analysis of several cartographic documents, of satellite and radar sceneries containing the main spatial features of the alluvial channel of the Crișul Repede river (north-western Romania) represented at different successive temporal referential stages (topographic maps drawn up in 1967, and respectively 1996, satellite and radar sceneries taken in 2000 and 2002) allowed us to determine certain and significant changes within the morphodynamic status of the river. These changes are emphasized through the spatial migration of meandering sectors, accompanied by the scroll bars as well as the erosion river banks sectors migration, the growing rate of the braiding process within the alluvial channel and so on. The present study is focused on the causal explanation of the different spatial restructuration of the river's alluvial channel configuration. This quality proves to be an expedite and useful approach to the identification of the main causes which determine the spatial variability of its pattern. The comparison of the mentioned maps and sceneries revealed the following significant aspects: 1. the growing tendency of the braiding process in the alluvial channel morphodynamics as a consequence of the spectacular increase of the solid discharge rate determined, in turn, by the severe deforestation that has taken place recently in the main basins of the Crișul Repede tributaries (Dragan and Iada rivers); 2. the development of the anthropic delta at the top of Lugasu de Jos-Tileagd lakes; 3. the strong degradation process that occurs downstream of the Tileagd dam, foregrounded mainly in the deepening of the alluvial channel. All these changes can threaten the stability and security of the banks, bridges, railway and highways that follows the river's course.

I. Constatări preliminare

Evoluția recentă sub aspect morfodinamic a albiei minore a Crișului Repede a înregistrat mutații sensibile concretizate în deplasarea sectoarelor de eroziune și de acumulare, concomitent cu migrarea meandrelor, amplificarea proceselor de împletire ș.a., transformări concretizate în modificarea configurației patului aluvial, a caracteristicilor malurilor și implicit a relațiilor de interacțiune instalate de-a lungul cursului în context teritorial. Acest proces, firesc în fond în evoluția oricărui sistem fluvial, a fost considerabil diversificat de intervențiile antropice de amploare ce au survenit în cadrul bazinului hidrografic îndeosebi în ultimele patru decenii.

Scopul prezentului studiu este de a preciza natura modificărilor mai semnificative survenite în distribuția plan-spațială a principalelor elemente morfologice ale albiei în vederea precizării tendințelor de evoluție ale cursului și

a efectelor acestora asupra scurgerii, stabilității malurilor, elementelor de infrastructură, vetrelor de așezări ș.a.

Pentru surprinderea principalelor tendințe evolutive, instalate la nivelul albiei actuale desfășurate între Ciucea și Oradea se impune luarea în considerare a multitudinii de circumstanțe care determină întrările energetice și condițiile de limită ce întrețin procesele de albie. Între acestea primează următoarele:

1. Natura și amploarea modificărilor antropice induse în evoluția albiei prin intermediul lucrărilor de amenajare directă a cursului: rectificări de meandre, îndiguiri, drenuri, consolidări de maluri etc.;
2. Evaluarea schimbărilor survenite în regimul de scurgere prin intermediul regularizării (scurgerii controlate) volumului de apă acumulat în retenții;
3. Determinarea modificărilor generate în albie prin acumularea efectelor de prag induse antropic prin intermediul barajelor de acumulare;

4. Surprinderea unor tendințe evolutive clar conturate în condiții ce nu stau sub incidența unui control antropic vădit și relaționarea acestora cu alte cauze (geofizice, tectonice, hidraulice, caracteristicile depozitelor de albie, tipul de debit solid transportat ș.a.).
5. Urmărirea efectelor pe care le determină intervențiile antropice legate de exploatarea materialelor în balastiere ș.a.

Desigur, trebuie avut în vedere faptul că ponderea acestor condiționări variază considerabil de la un sector la altul precum și aspectul că ele se combină efectiv, cel puțin pe anumite secțiuni din cadrul sectoarelor, într-o manieră substanțială. Totuși, ținând seama de natura și amploarea intervențiilor antropice exercitate asupra scurgerii și asupra albiei propriu zise, între Ciucea și Oradea se pot diferenția trei sectoare distincte:

1. *Sectorul Ciucea-Vadu Crișului*, aferent defileului, în care tendințele de schimbare sunt la prima vedere relativ puține și modeste ca amploare datorită controlului exercitat prin intermediul factorilor structural-petrografici (îndeosebi malurile de tip coeziv). Cu toate acestea, contrar așteptărilor (cu atât mai mult cu cât începând cu anul 1973, odată cu intrarea în exploatare a sistemului hidroenergetic Iada-Drăgan, scurgerea a intrat în regim “controlat”) sectorul de defileu înregistrează frecvente și ample modificări ale configurației albiei a căror natură și cauze vor fi abordate în cele ce urmează;
2. *Sectorul Vadu-Crișului-Lugașu de Jos*, caracterizat prin intervenții antropice punctuale (balastiere) fără a constitui obiectul unor lucrări sistematice de amenajare prin îndreptări de curs și îndigui;
3. *Sectorul Lugașu de Jos-Oradea*, care a constituit obiectul celor mai ample lucrări de intervenție asupra albiei, atât prin rectificări ale cursului râului, cât și prin lucrările aferente acumulărilor de la Lugașu de Jos și Tileagd; în cadrul acestuia se diferențiază net subsectorul lacustru în raport cu cel aferent albiei antropizate în care vechiul curs, ce drenează debitul de servitute, este însoțit de un canal artificial

betonat prin care se evacuează volumele de apă uzinate.

II. Aspecte metodologice

În vederea surprinderii și diferențierii tendințelor amintite, în principal a celor ce determină restructurările plan-spațiale ale albiei, s-a urmărit evaluarea mutațiilor realizate preponderent prin intermediul proceselor de meandrare laterală și a celor de împletire a albiilor. Sub aspect metodologic, abordarea preliminară s-a sprijinit pe analiza comparativă a unei serii de documente cartografice disponibile, pentru sesizarea configurației rețelei hidrografice și a mutațiilor survenite în timp, începând cu anul 1969.

Desigur, s-a pornit de la premisa că documentele cartografice, elaborate la diferite momente și prin diferite tehnici, au reflectat realitatea din teren cu maximă fidelitate.

În altă ordine de idei, scenele satelitare constituie o sursă de informație a cărei acuratețe nu poate fi pusă la îndoială. Eliminându-se factorii subiectivi de analiză s-a ivit problema compatibilizării formatelor. Pentru reducerea la minimum a erorilor metrice, toate formatele au fost reproiectate în sistemul de proiecție UTM (Universal transversal Mercator, sprijinite pe WGS 84) deoarece scenele satelitare utilizate (Landsat TM7+, Landsat ETM7+, Aster) se sprijină pe acest sistem de proiecție și o parte din hărți (UTM 1996) de asemenea sunt realizate în același sistem. Prin urmare, numai formatele Gauss 1967 au necesitat reproiectare. În acest mod analiza este credibilă reducându-se la 0 erorile probabile. Operațiile de reproiectare amintite au fost realizate prin intermediul pachetelor de software Erdas 8.6, Global Mapper 7.3 și ArcView 3.2. În vederea abordării problemelor de altimetrie (de ex. profilele longitudinale) s-a lucrat pe modelul de elevație (DEM) generat din scenele satelitare SRTM (Shuttle Radar Mission Topography, NASA, 2002).

Restructurările plan-spațiale surprinse în evoluția dispunerii albiei și a morfologiei acesteia, determinate inițial prin compararea stărilor consemnate la momente diferite de timp

pe suporturile cartografice și imagistice, au fost estimate calitativ și cantitativ și apoi au fost confruntate cu realitatea existentă în teren.

III. Principalele condiționări naturale și antropice implicate în evoluția albiei

Condițiile fizico-geografice în care se realizează drenajul în bazinul hidrografic al Crișului Repede au constituit obiectul a numeroase studii de ordin fizico-geografic, geologic, climatic și hidrologic. Chiar dacă multe dintre concluziile acestora s-ar dovedi utile studiului de față, ne limităm la a evidenția condiționările majore care influențează scurgerea în bazinul hidrografic.

În sectorul de defileu, adâncirea epigenetică a râului în substratul calcaros este reflectată de formarea unei albie rezistente cu meandre încâtușate. Panta de curgere mult mai mare față de ariile depresionare din amont și din aval explică tendința generală de eroziune în adâncime. Panta albiei minore are valori de 4.53 ‰ (fig. 1) în sectorul de defileu iar în Depresiunea Vad-Oradea de 2.5 ‰. Sectoarele în care se realizează creșterea ponderii eroziunii laterale și a proceselor de acumulare se situează, de regulă, în aval de locurile de vărsare a afluenților (de unde conurile aluviale sunt îndepărtate periodic de către viituri) și, mai ales, în ariile de lărgire, corespunzătoare micilor bazine depresionare (Ciucea, Negreni, Bucea, Bratca).

În aval de Vadu Crișului până în proximitatea localității Aușeu poate fi semnalată ruptura de pantă corespunzătoare conului aluvial al Crișului Repede ce se extinde mult spre nord-vest odată cu ieșirea din defileu. Dacă facem abstracție de valoarea respectivă, impusă prin

desfășurarea conului aluvial (în medie de 5,4 ‰), panta albiei minore se diminuează considerabil, la numai 1.9 ‰, valoare firească pentru un sector de curs inferior (fig. 1). În aceste condiții, este de presupus că în sectorul de defileu transportul aluvionar este deosebit de activ în timp ce în sectorul Vad-Oradea sunt dominante procesele de aluvionare și transport. Pe sectorul de drenaj corespunzător conului se remarcă frecvența mai mare a fenomenului de împletire.

În schimb, în aval de Aleșd, unde afluenții de dreapta ai Crișului Repede au bazine de drenaj grefate în materiale friabile (îndeosebi argile marnoase, marne și nisipuri ponțiene) și sunt puternic despădurite, debitele sunt în creștere. Aportul mărit de materiale fine furnizate de procesele active de degradare a versanților, precum și diminuarea pantei albiei minore, favorizează accentuarea proceselor de meandrare a cursului.

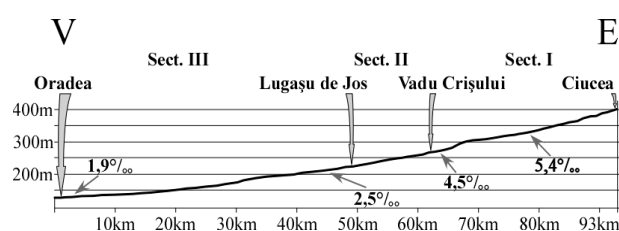


Fig. 1 Profil longitudinal pe Crișul Repede între Ciucea și Oradea

Cu privire la mărimea intrărilor în sistemul fluvial, prelucrarea datelor referitoare la debitul lichid pentru intervalul 1931-1974, realizată de către A. Posea (1977), indică valoarea de 24. 2 mc/s la stația Oradea. Datele mai consistente disponibile pentru perioada 1950-1974 precizează următoarele valori medii ale debitului lichid anual (tabelul 1):

Tabelul nr. 1

Debitul mediu lichid pe râul Crișul Repede (1950-1974, după Aurora Posea, 1977).

Râul	Stația hidrometrică	Perioada	Debitul mediu multianual (mc/s)
Crișul Repede	Ciucea	1950-1974	11.9
Crișul Repede	Vadu Crișului	1950-1974	20.4
Crișul Repede	Oradea	1950-1974	24.2

Prelungirea perioadei de estimare prin prelucrarea datelor existente până la nivelul

anului 1990 (de către Vancea V., 1991) indică o ușoară creștere a valorilor medii ale debitului

lichid explicabilă prin aportul corespunzător viiturilor din 1970, 1974, 1977 și 1981.

În condițiile regimului natural de scurgere, debitele de apă variază în cursul anului de la un

anotimp la altul și în timpul anilor de la un an la altul. Scurgerea medie multianuală procentuală cea mai mare are loc primăvara (între 40-43.4%) și cea mai mică toamna (între 11-12%, tabelul 2).

Tabelul nr. 2

Caracteristicile regimului de scurgere a râului Crișul Repede 1950-1990
(după V. Vancea, 1991, modificat)

Nr.crt.	Caracteristicile scurgerii în regim natural	Secțiunea de calcul		
		Oradea	Vadu Crișului	Ciucea
1.	2.	3.	4.	5.
1.	Debite medii multianuale (mc/s)	25.7	21.3	12.4
2.	Debite medii anuale în anii secetoși (1961,1990; mc/s)	9.96 12.7	8.45 11.4	4.97 3.24
3.	Debite minime înregistrate (mc/s)	0.800 1961	0.680 1954	0.600 1950
4.	Debite maxime înregistrate (mc/s)	820 1932	750 1932	388 1932
5.	Volume medii multianuale (mil mc)	795.800	678.000	388.800
6.	Scurgerea procentuală I sezonieră (%) P V T	26.9 41.1 21.0 11.0	25.3 40.3 22.4 11.7	20.4 43.4 42.2 12.0

Informațiile referitoare la debitele solide se bazează pe măsurătorile efectuate în perioada 1954-1974 la stațiile Oradea și Ciucea în vederea determinării aluviunilor transportate în suspensii. Valoarea medie multianuală a debitului de aluviuni în suspensie a fost de 2.40 kg/s la Ciucea și de 8.40 kg/s la Oradea.

Neîndoiește, aceste variabile hidrice au înregistrat în ultimele trei decenii sensibile modificări cantitative determinate de schimbările substanțiale presupuse de lucrările de amenajare complexă a bazinului hidrografic al Crișului Repede. Primele lucrări de regularizare a cursului au început în anul 1965 și au constat în acumulări nepermanente de mică capacitate (până la 1.5 mil. mc) destinate atenuării viiturilor pe o parte dintre afluenți.

Lucrările hidrotehnice de amploare, ce au antrenat la rândul lor modificări substanțiale și în morfodinamica albiilor, au demarat după 1970 (în conformitate cu prevederile Programului național pentru gospodărirea cursurilor de apă) și au fost executate având la bază *Schema cadru de amenajare a bazinului hidrografic al Crișului Repede* prin construirea de baraje, calibrări de albi, derivații, lacuri de acumulare pentru regularizarea scurgerii etc.

Acumularea Leșu, de pe Valea Iadei, a fost dată în exploatare în anul 1973, având o capacitate de 28.3 mil. mc de apă la N.N.R. În anul 1984 a fost pusă în exploatare acumularea Drăgan, de pe valea omonimă, având o capacitate de 112.0 mil mc. În sfârșit, în anul 1988 a fost pus în funcțiune complexul de acumulări de pe Crișul Repede ce include trei acumulări, dispuse în trepte: Lugaș, cu un volum de 65.4 mil mc., Tileagd (finalizată în 1989) cu un volum de 52.9 mil. mc. și Fughiu, mai redusă, cu rol de atenuare a fluxurilor rezultate prin uzinarea apei în centralele din amonte. La acestea se adaugă și numeroase alte acumulări mai mici având funcții de priză pentru transfer debite sau numai de atenuare a viiturilor și a tranzitului de aluviuni (Săcuieu, Bulz, Apatu, Hidișelu de Sus ș.a.).

Datele acumulate ca urmare a măsurătorilor efectuate după 1990, deși nu au încă o lungime satisfăcătoare pentru a constitui un șir statistic bine conturat și nu au fost calibrate, surprind îndeajuns de veridic principalele mutații survenite în regimul scurgerii și care explică, în bună parte, principalele modificări survenite recent în dinamica și morfologia albiei Crișului Repede.

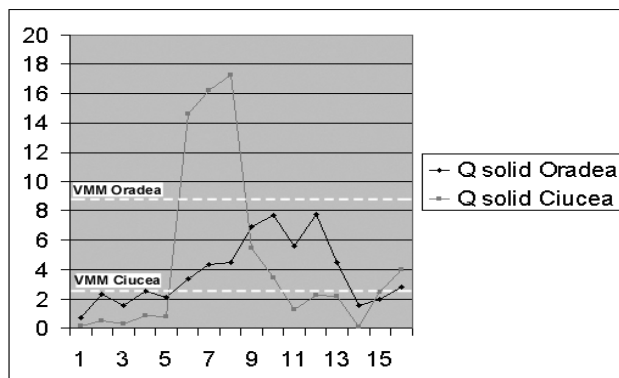


Fig. 2 Evoluția valorilor debitului solid (1990-2005) înregistrate la stațiile Ciucea și Oradea

Astfel, se remarcă în primul rând creșterea excepțională a valorilor medii ale debitului solid înregistrate începând cu anul 1995 la stația Ciucea. Opinem că respectivele valori (de ex. 16.2 kg/s/1996; 17,3/1997 ș.a.) ce depășesc cu mult valoarea medie anuală de 2,40 kg/s (1950-1974) semnifică depășirea unui prag în funcționarea sistemului instalat ca urmare a defrișărilor sălbatice care au început în majoritatea masivelor carpatice (Vlădeasa și Pădurea Craiului, în cazul de față) după 1990 (vezi fig. 2).

Depășirea este semnificativă pe parcursul ultimului deceniu, cu excepția anilor recunoscuți drept “secetoși”-2000 și 2003-valoarea medie a ultimilor 11 ani fiind de 6,30 kg/s. Concomitent, se remarcă scăderea firească a valorilor debitului solid înregistrate la Stația Oradea după 1989, ca efect direct al regimul controlat al scurgerii prin intermediul acumulărilor de la Lugașu de Jos și Tileagd. Astfel, față de valoarea medie de 8,40 kg/s (1950-1974), în ultimul deceniu debitul de aluviuni în suspensie a scăzut cu peste 50% situându-se la 3.77 kg/s. Evident, aceste mutații contradictorii se reflectă corespunzător prin natura proceselor de albie rezultate și efectele teritoriale induse prin funcționalitatea sistemului fluvial.

IV. Aspecte definitorii ale restructurărilor plan-spațiale ale albiei și implicațiile acestora

În funcție de condiționările specifice, amintite anterior, procesele de dinamică fluvială, morfologia rezultată, implicit formele de

restructurare plan-spațială, se diferențiază într-o manieră evidentă de la un sector la altul. Poate fi subliniat aspectul de ordin general că deși au putut fi surprinse numeroase situații de remaniere a meandrelor prin migrare, inclusiv autocaptări, indicele de sinuozitate nu a înregistrat modificări notabile (ceea ce indică derularea fenomenului în relație cu o relativă stabilitate în manifestarea condiționărilor de limită). Astfel, indicele de sinuozitate determinat pentru configurația actuală a rețelei, la nivelul sectorul Ciucea-Vadu Crișului, are valoarea de 1.20 (față de 1.18 în anul 1969), iar pentru sectorul Vadu Crișului-Lugașu de Jos, valoarea este de 1.08 (comparativ cu 1.067 în anul 1969). Indicele de sinuozitate are valori sensibil mai mari în sectorul situat în partea vestică a depresiunii Vadului (1.52 în anul 1969), fapt explicabil îndeosebi prin schimbarea caracteristicilor substratului (predominant nisipos și argilo-marnos), implicit a ponderii fracțiunii fine a debitului solid datorată afluenților de dreapta ai Crișului Repede (dinspre Dealurile Lugașului și Oradei). Aceștia au caracter torențial și modelează formațiunile friabile mio-pliocene ale zonei colinare marginale (în mare măsură despădurită). La aceste aspecte se adaugă și creșterea debitului lichid. Reducerea sensibilă a indicelui de sinuozitate (în prezent de 1.46) față de valoarea din anul 1969 se explică, în mare măsură, prin modificările aduse cursului prin intermediul lucrărilor de rectificare, canalizare, îndiguire etc. efectuate în deceniul opt pe cursul inferior al Crișului Repede.

Sectorul Ciucea-Vadu Crișului. Forma de restructurare cea mai pregnantă și frecventă în morfologia albiei este determinată de procesul de împletire a cursului. Se impune precizarea că la nivelul inițial de referință cartografică (anul 1969) în sectorul de defileu albia era, aproape fără excepții, de tip sinuos iar sectoarele de împletire ale acesteia erau practic inexistente cu excepția câtorva insule din bazinele depresionare ale Șuncuișului și Bratecăi. În evoluția recentă a albiei, pe fondul defrișărilor masive din Munții Vlădeasa (aspect la care s-a făcut referire anterior), implicit a creșterii spectaculoase a cantității de aluviuni transferate, mai ales, dinspre bazinele

hidrografice ale Drăganului și Iadei, s-a impus cu certitudine un nou regim morfogenetic în modul de acțiune al râului în condițiile unui mediu de mare energie și cu debit solid (inclusiv târât) în spectaculoasă creștere. Creșterea debitului solid, în conlucrare cu variațiile rapide și destul de substanțiale ale debitului lichid (cauzate pe lângă variabilitatea climatică și de procesele de uzinare ale apei din acumulările de pe Drăgan și Iada), au determinat o modificare substanțială a configurației albiei (fig. 3).

Procesul de împletire este practic generalizat în aval de confluența cu Drăganul. Tipul predominant de ostroave este cel longitudinal simetric urmat de cel asimetric (diagonal). Lungimea medie a ostroavelor longitudinale scade de la 100-150m, între confluențele Drăganului și Iadei, la cca. 50-75 m în aval de confluența Crișului Repede cu Iada. Se remarcă relativa stabilizare morfofuncțională a acestora în cadrul albiei, cele mai multe ostroave aflându-se într-un stadiu incipient de fixare prin intermediul vegetației lemnoase. Efectele cele mai importante ale amplificării recente a procesului de împletire constă în supraînălțarea paturilor aluviale, accentuarea considerabilă a mobilității spațiale a proceselor și formelor specifice albiei și, în principal, creșterea "presiunii" asupra malurilor în condițiile lățirii considerabile și a migrării laterale a secțiunilor active de drenaj ale acesteia. Practic, într-un

interval de timp relativ scurt s-a instalat o stare de evidentă instabilitate morfohidrodinamică. În această nouă condiție morfodinamică s-a produs amplificarea vulnerabilității geomorfologice a teritoriului. Cele mai importante amenințări sunt cele legate de subminarea prin eroziune a terasamentului magistralei feroviare București-Brașov-Episcopia Bihor (îndeosebi între Negreni și Bucea și în aval de Bulz), creșterea riscului de inundabilitate (mai ales în localitățile Ciucea-în vecinătatea confluenței cu Drăganul, Bratca, Bucea și Bulz), periclitarea securității elementelor de infrastructură rutieră (rambleul drumului E 60 în anumite sectoare, poduri și viaducte ș.a.). Elocvent este cazul podului peste Crișul Repede din localitatea Bulz, situat imediat în amonte de confluența cu Iada, unde migrarea sectorului de eroziune, spre confluența cu Iada, a mutat practic cursul actual la nivelul capului de pod în timp ce podul propriu zis a rămas suspendat deasupra unei extinse renii în volute. Aceste redefiniri geomorfospațiale ale albiei în sectorul de defileu, în bună parte relativ recente și cu tendință viguroasă de propagare, sunt de natură să atragă atenția asupra necesității unui program articulat de gestionare environmentală a bazinului hidrografic, care să vizeze atât raționalizarea activităților silvice cât și amenajarea corespunzătoare a albiei (prin rectificări ale cursului, dragări, îndiguiuri, consolidări de maluri ș.a.).

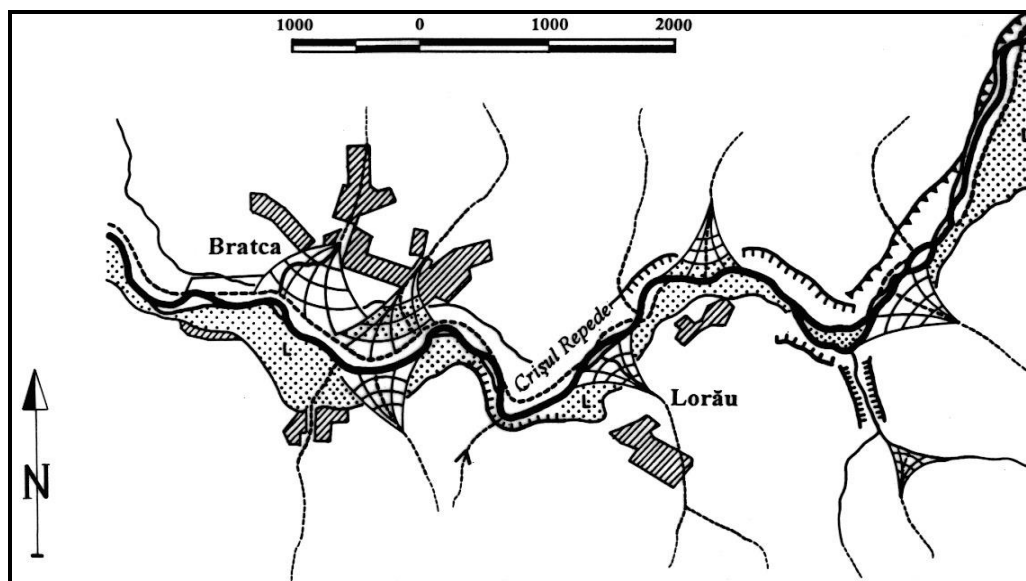


Fig. 3 Schița geomorfologică a albiei Crișului Repede în sectorul de defileu (între Bratca și Bulz)

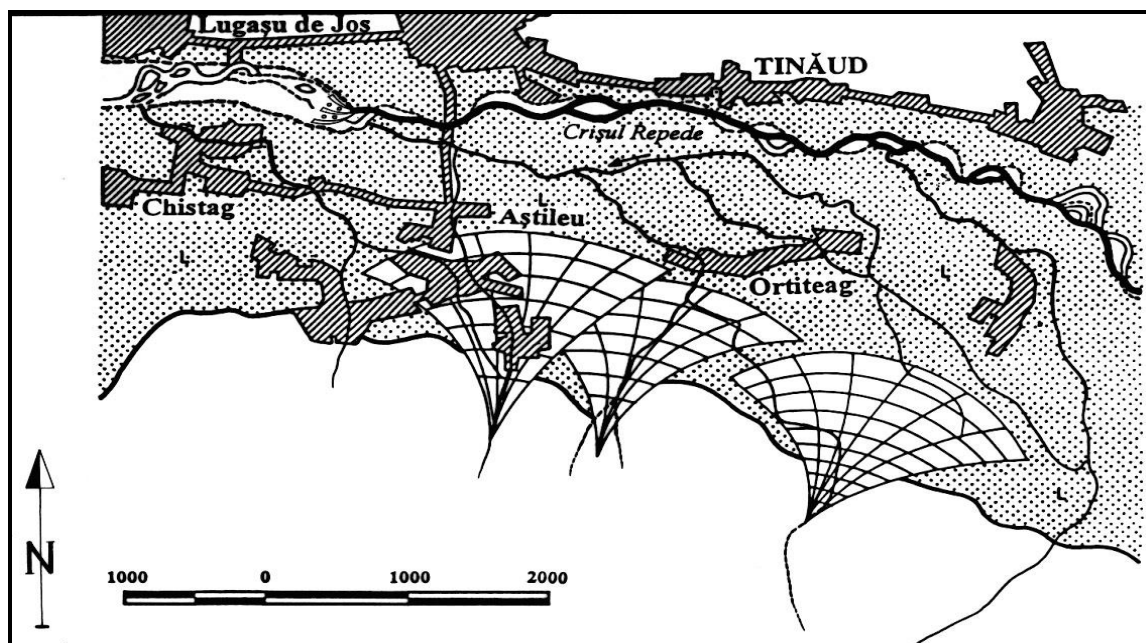


Fig. 4 Schița geomorfologică a albiei Crișului Repede în sectorul de curs mijlociu (Aușeu-Lugașu de Jos)

Sectorul Vadu-Crișului-Lugașu de Jos se remarcă printr-o succesiune de sectoare cu evoluție relativ puțin influențată antropic ce alternează cu porțiuni relativ restrânse supuse însă unei presiuni antropice susținute. Astfel, până în apropiere de Aușeu, în condițiile curgerii râului peste propriul con aluvial ce se extinde de la ieșirea din defileu până aproape de localitatea Groși, pantele mai accentuate ale profilului longitudinal aferent conului (6.2‰) favorizează formarea mai multor sectoare de împletire multiplă cu ostroave de tip medial. Cel mai amplu proces de acest tip s-a dezvoltat în amont de localitatea Cacuciu Vechi; aici, exploatările masive de pietrișuri din aval au stimulat considerabil accentuarea tendinței de împletire (fig. 4).

În plus, în același perimetru, ca urmare a expansiunii spațiale a arealelor de extracție și prelucrare a materialelor din balastieră, s-a realizat "împingerea" substanțială a cursului spre nord și, prin această "scoatere" a râului din matca firească, a crescut mult probabilitatea inundării unor suprafețe mari de teren cu destinație agricolă. Între localitățile Aușeu și Groși, în condițiile reducerii substanțiale a gradientului de pantă și a schimbării caracteristicilor patului aluvial (de la albie mobile, de prundiș, la albie relativ stabile formate din materiale fine sau cu caracter mixt)

se trece de la un curs sinuos la unul meandrat. Sectorul, care nu a constituit obiectul lucrărilor de îmbunătățiri funciare, etalează importante schimbări morfologice ce au survenit odată cu evoluția procesului de meandrare liberă. Predomină meandrele simple simetrice cu rază mică și pe alocuri se dezvoltă și cele compuse asimetrice ce se înscriu într-un culoar de meandrare a cărui lățime variază în medie de la 500-800 m până la maximum 1500 m. Meandrele au tendința de restrângere pe centrul luncii sau al terasei de luncă "râul fugind de cei doi versanți pentru a nu se încălca cu multe materiale de pantă" (A. Posea, 1976). Migrația meandrelor s-a produs atât prin "măturare" cât și prin pendulare și este "atestată" de numeroase brațe moarte și popine bine individualizate. În aria de contact cu acumulările hidrotehnice Lugașu de Jos-Tileagd s-a individualizat o vastă arie de sedimentare fluvio-lacustră, de fapt o veritabilă deltă antropică. Fruntea deltei antropice se situează la cca. 800 m față de coada lacului existentă în perioadele de retenție la nivelul normal al acumulării. Segregarea în ceea ce privește modul de dispunere transversală a materialelor este deosebit de evidentă. Partea mediană este ocupată aproape integral de formațiuni nisipoase și măloase fine în timp ce pietrișurile, predominante, și

nisipurile grosiere formează două fâșii longitudinale bine individualizate dispuse paralel în imediata vecinătate a barajului lateral al cuvetei. Cum aportul marginal de material grosier este exclus, rezultă că formarea și dispunerea acestor formațiuni acumulative laterale se datorează acțiunii unor sisteme de curenți turbionari în a căror geneză un rol însemnat îl are curențul submers principal al râului ce își menține vechiul traseu și se propagă de-a lungul albiei inundate a canalului de drenaj inițial. În amont de coada lacului (la N.N.R.) pe o distanță de cca 500 de m se pot constata efecte vizibile ale fenomenului de agardare, constând în supraînălțarea patului albiei concomitent cu tendința de împletire multiplă a albiei și de adâncire a secțiunilor active de drenaj, aspecte concretizate într-o microdeltă. În aval de barajul acumulării Lugașu de Jos, la coada lacului Tileagd, s-a format o deltă antropică, “miniaturală”, de această dată, având în vedere distanța mică ce separă cele două acumulări.

Sectorul Tileagd-Oradea. Reprezintă porțiunea cu cele mai radicale transformări în morfologia inițială a albiei (fig. 5). Practic, albia inițială a râului a fost supusă unor ample lucrări de rectificare a cursului la începutul anilor 70 astfel încât reconstituirea unor elemente de restructurare prin mecanisme fluviale este practic imposibilă. Odată cu finalizarea lucrărilor la complexul acumulărilor Lugașu de Jos-Tileagd, în aval de barajul Tileagd, vechea albie este acum dublată, pe partea dreaptă, de un canal artificial betonat amplasat în sectorul terasei de luncă. Canalul artificial servește la evacuarea apelor uzinate în centrala electrică Tileagd în timp ce albia inițială transportă doar un debit de servitute. Chiar și în aceste condiții, datorită debitului solid mult diminuat, procesul de degradare al vechii albiei naturale este deosebit de activ. El este cât se poate de vizibil în imediata vecinătate aval a barajului acumulării Tileagd datorită fenomenului de pavaj hidraulic (parazitat la baza barajului prin bascularea de blocuri de roci alogene ce au drept scop asigurarea protecției acestuia în raport cu

tendința de adâncire a albiei). În ansamblu, vechea albie și-a restrâns considerabil secțiunea activă, a devenit mai unitară sub aspect plan spațial (este probabil ca reducerea indicelui de sinuozitate – pe lângă intervențiile antropice amintite – să fi fost determinată în parte și de surplusul de energie liberă survenit ca urmare a restrângerii drastice a tranzitului de aluviuni) însă este evident mult mai instabilă sub aspect morfodinamic. În profil longitudinal, ca urmare a tendinței de adâncire, au apărut numeroase rupturi, iar sectoarele de “adâncuri” afectează frecvent stabilitatea malurilor și a elementelor de infrastructură. Este elocvent cazul podului ce asigură traversarea drumului județean ce permite accesul dinspre localitatea Husasău de Criș la drumul european E 60. În acest punct, situat la 9.2 km aval de barajul de la Tileagd, nivelul inițial de încastrare a pilonilor podului în raport cu albia inițială se află în prezent la cca. 1.80 m deasupra albiei actuale. Chiar dacă riscul de inundabilitate în acest sector (deosebit de expus anterior realizării amenajărilor hidrotehnice) a fost practic exclus, având în vedere vecinătatea imediată cu secțiunea de drenaj artificial, precum și cu alte elemente de infrastructură rutieră și feroviară (procesul de degradare fiind în plină desfășurare), considerăm că el necesită o observație minuțioasă și o monitorizare atentă în viitor.

În concluzie, analiza restructurărilor plan-spațiale survenite în evoluția recentă a albiei minore a Crișului Repede evidențiază numeroase tipuri de schimbări datorate aproape în exclusivitate factorului antropic. Pe lângă efectele benefice, intervențiile antropice atrag după sine și o serie de dezechilibre în funcționalitatea sistemului fluvial cu repercusiuni negative în plan teritorial. Dintre acestea, dinamica accelerată a mobilității albiei în sectorul de defileu și fenomenul pronunțat de degradare în sectorul Tileagd-Oradea au potențial distructiv ridicat ce trebuie avut în vedere în cadrul viitoarelor studii și proiecte de amenajare teritorială.

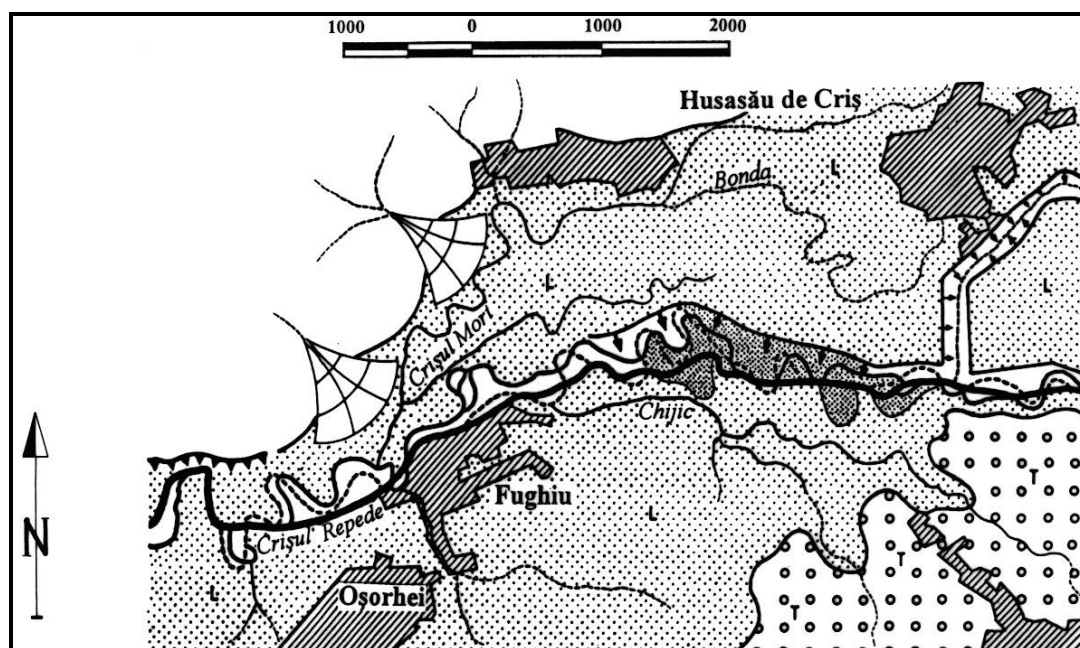
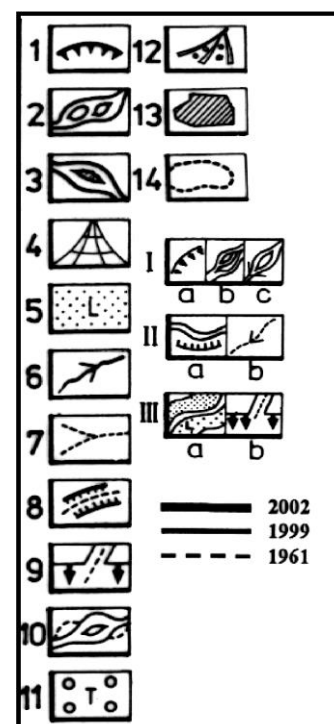


Fig. 5 Schița geomorfologică a albiei Crișului Repede între Tileagd și Oradea



Semnificația legendei figurilor 3, 4 și 5: 1. Abrupt morfologic; 2. Împletire de alpii; 3. Popine; 4. Con de dejecție; 5. Luncă; 6. Alpii adâncite (prin degradare); 7. Torent; 8. Chei, defileu; 9. Drenuri și canale; 10. Brațe părăsite (belciuge); 11. Terasa aluvială; 12. Deltă antropică; 13. Lacuri de acumulare; 14. Localități; I. Aree cu vulnerabilitate ridicată (morfodinamică activă) determinată de: retragerea versanților, aluvionări masive, împletirea și migrarea albiilor; II. Aree cu vulnerabilitate moderată determinată de: retragerea versanților și adâncirea cursurilor tributarilor; III. Aree cu vulnerabilitate redusă, stabilitate morfodinamică cu lucrări de corectare a albiilor și îndiguiri.

BIBLIOGRAFIE

- BERINDEI I.O., MĂHĂRA GH., POP P. GR., AURORA POSEA, 1977, *Câmpia Crișurilor, Crișul Repede, Țara Beiușului. Cercetări în geografia României*, Editura Științifică și Enciclopedică, București, pp.183-292.
- BEVEN, K.J., 1987: *Towards the use of catchment geomorphology in flood frequency predictions*, Earth Surface Processes and Landforms, Vol.12.
- BEVEN, K.J. / WOOD, E.F., 1983, *Catchment geomorphology and the dynamics of runoff contributing areas*, Journal of Hydrology, Vol. 65.

- COFFMAN, D.M. / TURNER, A.K., 1971, *Computer Determination of the geometry and topology of stream networks*, Water Resources Research, Vol.7, No. 2, pp. 419-429.
- ICHIM I., MARIA RĂDOANE, 1986, *Efectele barajelor în dinamica reliefului*, Editura Academiei RSR, București, pp. 157.
- ICHIM I., BĂTUCĂ D., MARIA RĂDOANE, DUMA D., 1989, *Morfologia și dinamica albiilor de râu*, Editura Tehnică, București, 405 p.
- IRIMUȘ I.A., VESCAN I., MAN T., 2005, *Tehnici de cartografiere, monitoring și analiză GIS*, Editura Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca 244 p.
- JENSON, S.K., 1991, *Applications of hydrologic information automatically extracted from digital elevation models*, Hydrological Processes, Vol.5, pp. 31-44.
- MOORE, I.D. / BURCH, G.J., 1986, *Modelling erosion and deposition: topographic effects*, Trans. Am. Soc. Agr. Engrs., Vol.29, 1624-1630, 1640 p.
- PEUKER, T.K. / DOUGLAS, D.H., 1975, *Detection of surface-specific points by parallel processing of discrete terrain elevation data*, Computer Graphics and Image Processing, Vol.4, No.4, pp. 375-387.
- RĂDOANE MARIA, RĂDOANE N., 2005, *Dams, sediment sources and reservoir silting in Romania*, Elsevier, Geomorphology, Nr.71, pp. 112-125.
- SMITH, T.R. / ZHAN, C. / GAO, P., 1990, *A knowledge-ased, two-step procedure for extracting channel networks from noisy DEM data*, Computers and Geoscience, Vol.16, No.6, pp. 777-786.
- VANCEA V., 1991, *Unele aspecte privind schema de amenajare și gospodărire a apelor în Bazinul hidrografic Crișul Repede*, Analele Universității din Oradea, fasc. Geografie, pp. 73-84.

¹ Universitatea "Babeș-Bolyai", Facultatea de Geografie, Cluj-Napoca,

² Universitatea din Oradea , Facultatea de Istorie-Geografie, Oradea

The morphometric analysis of the gravels from the Slănic of Buzău bed – preliminary considerations

Florina GRECU, Laura COMĂNESCU

Cuvinte cheie: galeți, bazinul Slănic, Cernătești, Lopătari, indice de rulare, indice de rotunjire, indice de aplatizare, indice de asimetrie

Rezumat: În lucrarea de față sunt prezentate principalele elemente ale analizei granulometrice a pietrișului din albia Slănicului. Galeții au fost recoltați din două puncte de colectare: Lopătari în cursul superior, la ieșirea din munte și Cernătești în apropiere de gura de vărsare a Slănicului și s-au realizat măsurători ai acestora. Pe baza datelor măsurate în doi ani consecutivi 2004 și 2005, au fost calculați mai mulți indici morfometrici și anume: indicele de asimetrie, indicele de rotunjire, indicele de aplatizare și indicele de rulare. Datele obținute pentru acești indici au fost prelucrate statistic, determinându-se media, modulul și mediana șirului.

Acești parametri au valori diferite în cele două puncte arătând pe de-o parte potențialul eroziv ridicat al Slănicului, dar și aportul torențial de pe versanți substanțial.

1. General considerations

Knowing the characteristics of the alluvial deposits is important in order to: calculate the riverbed roughness, the river's transportation capacity, evaluate the riverbed's stability, know the relations between the alluvial deposits and the shape of the river's equilibrium profile, establish some problems of dynamics and riverbeds' evolution.

The method of the granulometric analysis, especially the gravels' morphometry, although used for a long time in Romania, it hasn't been adjusted yet. In this respect, the present paper also aims at establishing the main stages of such an analysis (Grecu, Comănescu, 1998).

The hydrographical basin Slănic, the size order 6 in Horton-Strahler system, is situated in the Curved Carpathians and Subcarpathians, a seismic region with an accentuated neotectonics which is also obvious in the relief dynamic. The morphometric characteristics are optimal for a systemic analysis, but also for a careful tracking of the boulders' dynamic: length 64 km; maximum width 10 km; maximum altitude 1373 m; minimum altitude 125m; surface 450 km². The river source is 1240m and its flow is in Buzău at 120m. The total length of the riverbed is

73 km, from among which 19 km in the mountainous unit, 54 km in the Subcarpathians.

Being situated at 19 km away from the Slănic source and by the morphometric characteristics of the basin, the Lopătari station reflects the particularities from the superior basin of the river, while the Cernătești station, situated at 4 km upstream the confluence mouth of Slănic with the Buzău river, can be considered representative for the basin assembly, controlling about 99% of its surface (fig. 1).

2. Working method

The establishing of the sampling centres is done depending on the goals of the research. It is good to generally choose sampling centres in places where the impact of the anthropic activities is more reduced, and not at the confluences.

In the present paper there were analysed over 250-300 boulders. The shown data are preliminary, we aim to go on with the present analysis in order to allow the diagnosis of the Slănic riverbed's dynamic by means of this method, too. The samples were gathered in 2004 and 2005, from the same place (from the major riverbed), following the sampling rules.

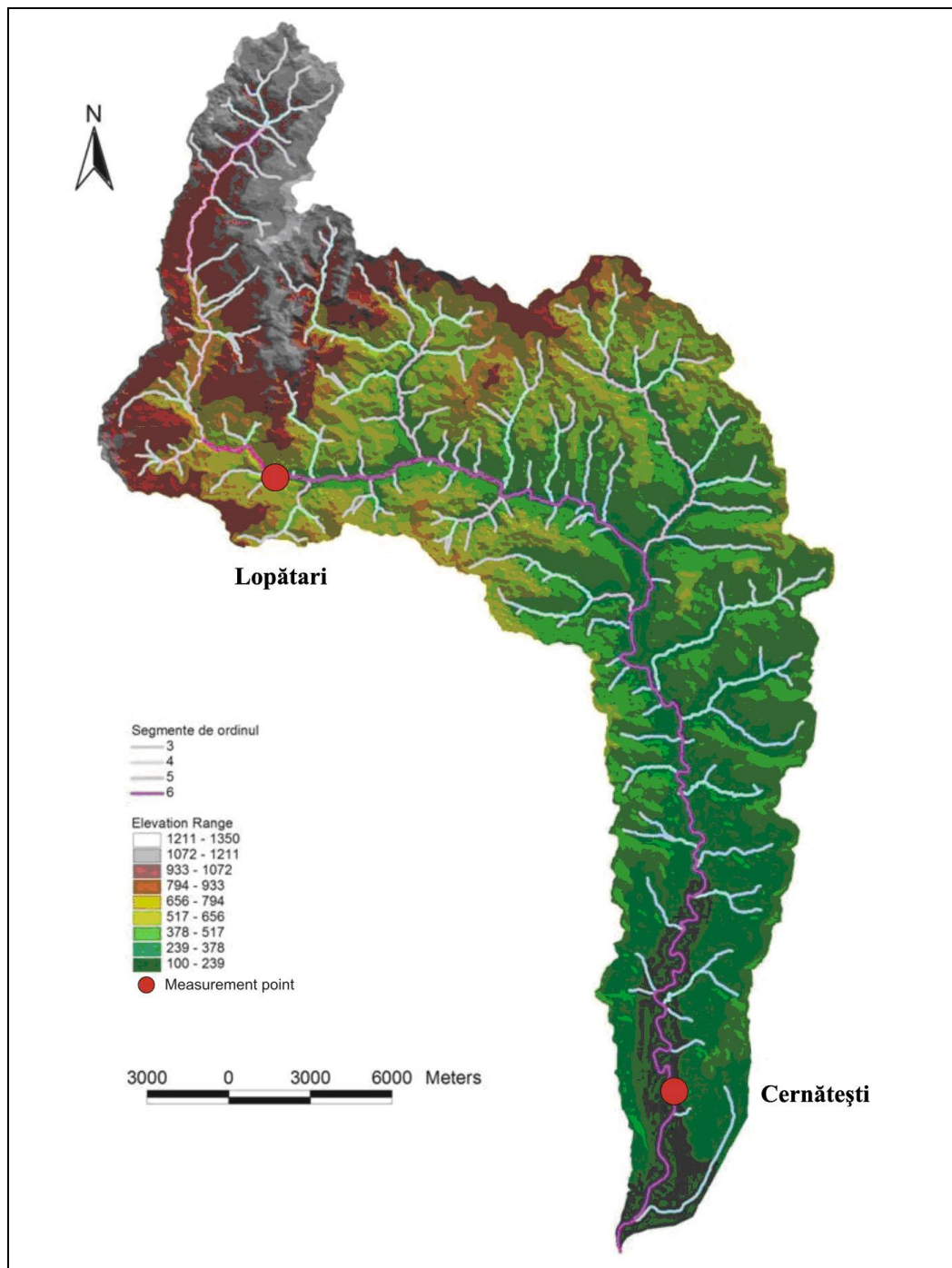


Fig. 1 The Slanic basin – hypsometric map

More sampling methods are used: areal sampling, itinerary sampling, and volumetric sampling. In the present paper the areal and itinerary sampling were used.

In achieving this type of sampling, there must be taken into account the morphological unit of the riverbed (island, lateral accumulation along the river, crossing) and the relations riverbed slope within the respective area.

The collecting is done on a certain route and for each boulder from the big toe (it is recommended to collect the boulders with the eyes closed). It is measured the axis b of each boulder, which shows the limit in which it is framed (the gravels with the diameter less than 8 mm cannot be evaluated by means of this method) (table 1).

The data are synthetised in a table having the following structure:

Table no. 1

The collecting data

1	2	3	4	5	6	7	8	9
The size of the collected boulder (axis b)	Number of boulders	Average weight of the boulders (gr.)	Total weight (gr.)	Average diameter (d^2)	Col4/ Col5	Percentage from the total	Percentage/ $(\log 2)^{1/2}$	Average size of the diameter
TOTAL	A		B		C	D		

In accomplishing the *volumetric sampling*, the main criterion is the quantity of the sampled material. In Romania there wasn't elaborated a standard regarding the minimum needed quantity. What is important is the difference between the two entities of the riverbed facies: pavement and sub-pavement (the pavement has a depth equal to the diameter of the biggest boulder from the sampled areal) (table 2). In establishing the number of samples, the sampling is done from among more verticals, depending on the dimensional change of the alluvia. For the big material there are done measurements in the field, for the little materials the fine sieving is done. The sampling area was on an areal with a surface of 1 m^2 .

Table no. 2

The quantity of needed dry sample, depending on the granulometry

Blocks	minimum	5 kg
Gravels	minimum	2 kg
Gravels and sand	minimum	1 kg

The sample's weight can be established by using criterion 5%, meaning the weight of the biggest boulder should be 5% from the sample's weight (Church et al., 1987, quoted by Ichim and contributors, 1992).

The sampling was done from the sub-pavement, from an areal with a surface of 1 m^2 , situated in a lateral accumulation along the river at 1 m from the Slănic thalweg at Cernătești and at 1,5 m at Lopătari.

For the gathered boulders, the following parameters were measured: the big axis or the length – L; the small axis or the width – l; the thickness – g, the smallest beam/ray measured in the same plane with L and l, respectively along the boulder's big circumference; the biggest distance (AC), measured from the

intersection of the two axis L and l up to the boulder's extremity (Ruhin, 1966; Grecu, Comănescu, 1998).

The values were synthetised in tables, according to the statistics' rules and they were used for the calculation of the following indices: *the smoothing index* (shows the boulders development in two directions); *the rolling index* (it shows the relation between length/width in their tendency of becoming equal, when the grain approaches a sphere); *the asymmetry index* (shows the one – dimensional development of the particle).

The values were processed, respecting the statistics' rules from some data ranges, excluding the extreme values which were out of the general tendency. Also, for the values range, there were calculated the position indices of the allocation: *the average, the module, the median line*.

3. The obtained results

The smoothing index describes the amount in which a particle preferentially develops in two directions. It divides into four morphometric classes, as follows:

For the measurements from Cernătești in the years 2004 and 2005 (fig. 2, 3) it can be noticed that the same value classes hold the biggest weight, although these are different (54,93% in 2004; 77,77% in 2005). The order of the measurement classes' weight is the same, both for the year 2004 and 2005 (table 3).

At Lopătari the situation is different, the flattening class being dominant, over 15 (both for the year 2004 and 2005), proving the high power of the river's erosion on that sector (fig. 4, 5).

Table no.3

The smoothing index (Relative frequency)

	Cernătești 2004 (%)	Cernătești 2005 (%)	Lopătari 2004 (%)	Lopătari 2005 (%)
<5	54,93	77,77	17,32	13,83
5-10	30,68	17,28	28,47	30,26
10-15	10,66	2,49	6,75	7,89
Over 15	3,73	2,46	47,46	48,02

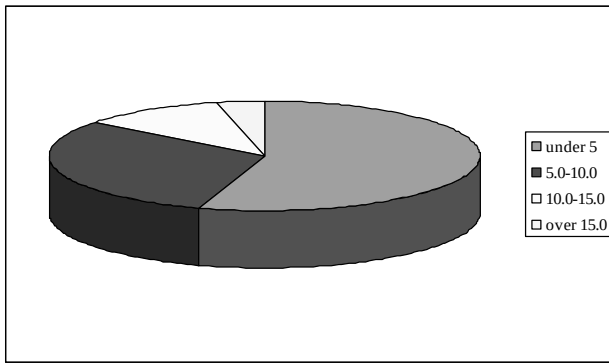


Fig. 2 The smoothing index – Cernătești 2004

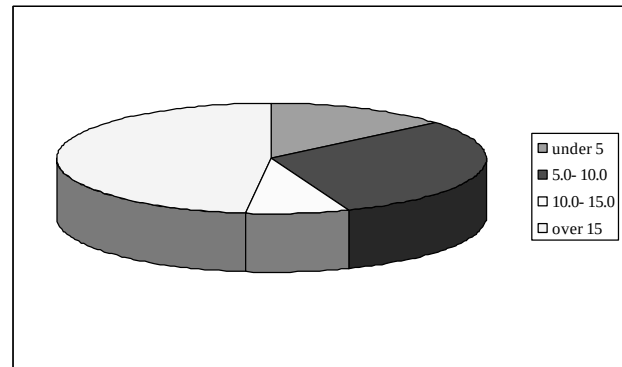


Fig. 4 The smoothing index – Lopătari 2004

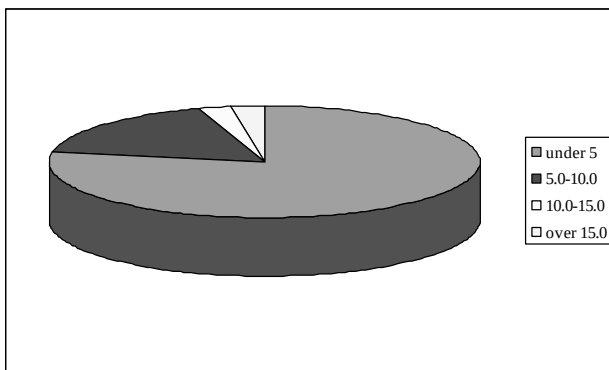


Fig. 3 The smoothing index – Cernătești 2005

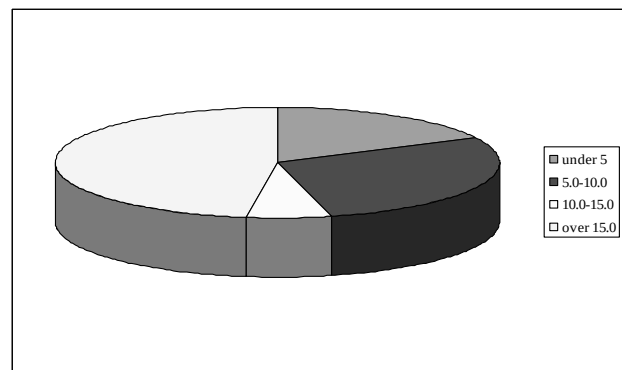


Fig. 5 The smoothing index – Lopătari 2005

The *asymmetry index* shows the one-dimensional development of the particle. The asymmetry index shows obvious variations between the two localities. Upstream, the particles' asymmetry is bigger, compared to the

downstream situation (fig. 6, 7, 8, 9). At Cernătești, the particles' development is more pronounced and therefore derives their smaller asymmetry degree (table 4).

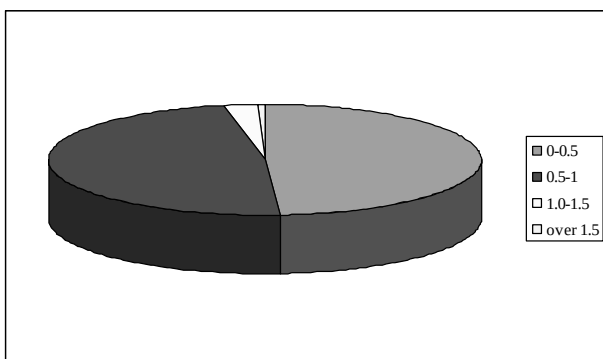


Fig. 6 The asymmetry index – Cernătești 2004

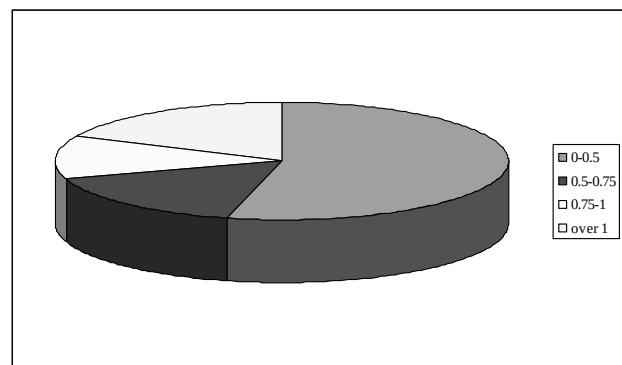


Fig. 7 The asymmetry index – Cernătești 2005

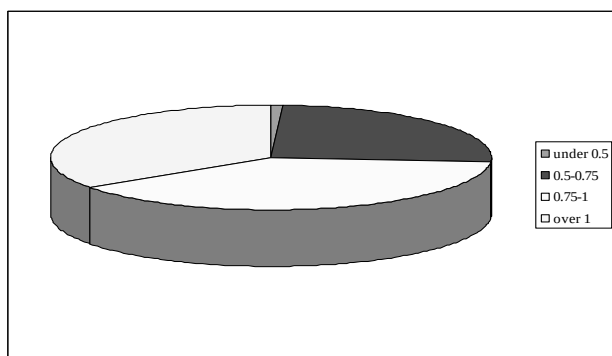


Fig. 8 The asymmetry index – Lopătari 2004

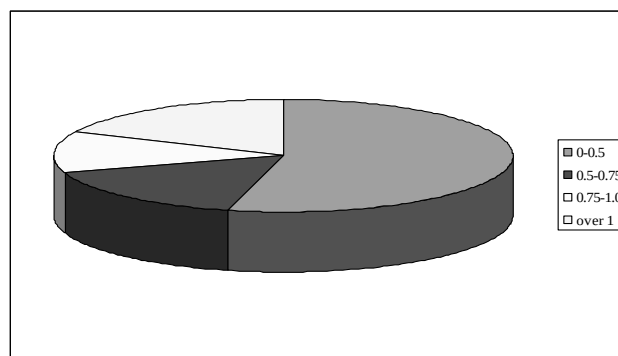


Fig. 9 The asymmetry index – Lopătari 2005

Table no. 4

The asymmetry index (Relative frequency)

	Cernătești 2004 (%)	Cernătești 2005 (%)	Lopătari 2004 (%)	Lopătari 2005 (%)
0-0,5	48,80	1,23	0,89	1,50
0,5-0,75	48,26	24,71	25,5	20,85
0,75-1,0	2,41	37,03	39,00	38,90
peste 1,0	0,53	37,03	34,61	38,75

The rolling index

The rolling index at Cernătești presents an approximately similar weight in 2004 and 2005. This index shows a high degree of the development classes with higher values at Lopatari (fig.10, 11, 12, 13). According to the general rules, this index should have higher values at Cernătești, where the development is bigger (the distance from the alluvia source

increases) but this doesn't happen due to the contribution of the high torrent.

The development and smoothing index have got inverse proportional values (at an increase of the rolling index, the smoothing index decreases). The correlation passes Kirkby's significance test, the correlation index being $r = 0,87$.

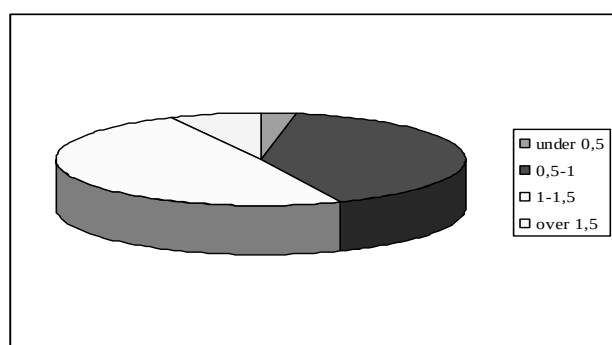


Fig. 10 The rolling index – Cernătești 2004

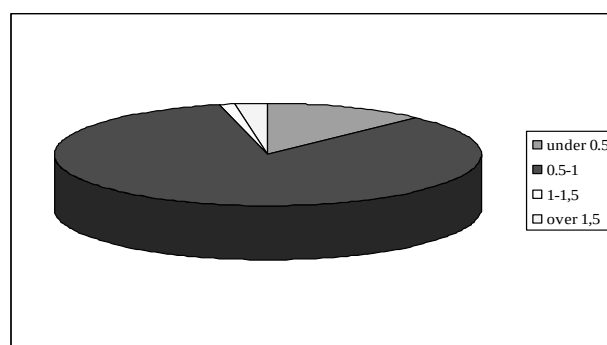


Fig. 11 The rolling index – Cernătești 2005

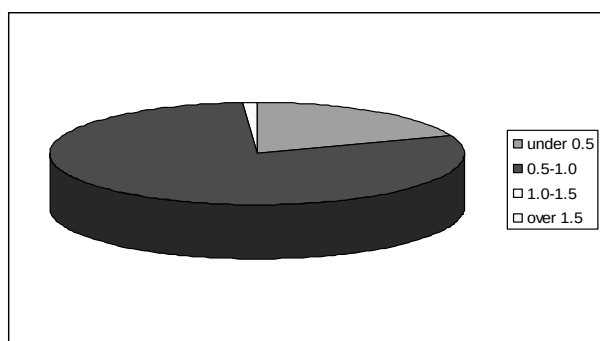


Fig. 12 The rolling index– Lopătari 2004

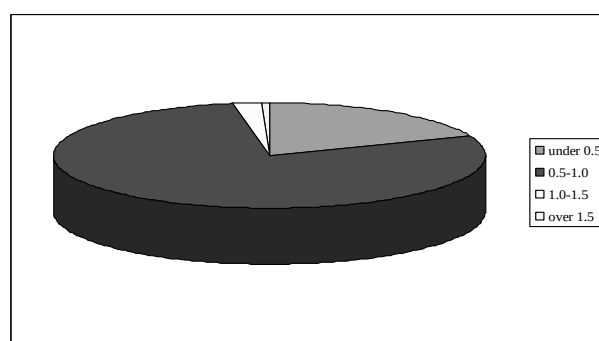


Fig. 13 The rolling index – Lopătari 2005

The rounded index

It was calculated based on Wendell's formula:

$$R_0 = \sum (r/R)/N,$$

where

r – the rays of the circles from the corners;

N – corners' number,

R – the ray of the biggest circle which can be inscribed.

For the boulders' analysis there were determined 5 morphometric categories (angularity classes) which are synthetised in the following table:

Table no. 5

The Rounded index (Relative frequency)

	Cernătești 2004 (%)	Cernătești 2005 (%)	Lopătari 2004 (%)	Lopătari 2005 (%)
0-0,5	2,66	12,36	18,75	19,27
0,5-0,75	41,08	83,95	78,36	79,5
0,75-1,0	49,06	1,23	2,41	1,2
peste 1,0	7,2	2,46	0,48	0

Table no. 6

The Rounded index-Morphometric categories

Morphometric categories	The rounded index
angular	0,10-0,25
subangular	0,26-0,34
sub-adjusted	0,35-0,49
adjusted	0,50-0,69
very adjusted	0,7-1

Following the analysis of the data from Cernătești and Lopătari, the following values were obtained:

Table no. 7

The Rounded index in Slanic basin- absolute frequency

Categories	Lopătari	Cernătești
0,10-0,25	10	8
0,26-0,34	12	10
0,35-0,49	30	34
0,50-0,69	32	37
0,7-1	16	11

The biggest weight is held by the rounded boulders (32% at Lopătari and 37% at Cernătești), demonstrating the high power of the river's erosion but also the fact that their percentage increases from upstream towards

downstream. Out of the general total, the sub-rounded, rounded and very rounded boulders hold 75% from the total of the boulders measured at Lopatari and a higher value 82% from the total at Cernatesti (table 6, 7).

4. Conclusions

Table no. 8

Synthetic analysis of boulders

Parameter	The smoothing index				The assymetry index				The rolling index			
	Cernătești 2004	Cernătești 2005	Lopătari 2004	Lopătari 2005	Cernătești 2004	Cernătești 2005	Lopătari 2004	Lopătari 2005	Cernătești 2004	Cernătești 2005	Lopătari 2004	Lopătari 2005
Average	1,82	1,67	1,73	1,84	0,86	0,54	0,61	0,35	0,72	0,67	0,61	0,58
Module	11,46	12,15	11,89	11,69	2,87	2,99	3,56	3,29	1,69	1,87	1,23	1,26
Median	1,69	1,54	1,28	1,49	0,99	0,65	0,47	0,78	0,88	0,56	0,39	0,55

The values of the morphometric indices (table 8) of the boulders vary depending on the rock (in the superior course at Lopătari are hard rocks and in the inferior course at Cernătești are soft rocks); climate (the presence of rain fall whide is more frequently in Subcarpattian); distance (the values of indices are different in the superior course and in the inferior course because the transport it's able to change these), neotectonic moments (uplift moments in the superior course) from the basin, differentiated

in time and space. In the basin of Slanic of Buzau the boulders represent a medium development rolling degree (fig. 14). The assymetry depends very much on the type and hardness of the rock; at Cernatesti, soft rocks are predominant and the rocks' assymetry is less pronounced (fig. 15, 16).

The statistical analysis of the smoothing index, assymetry index and rolling shows a „normal distributions”.

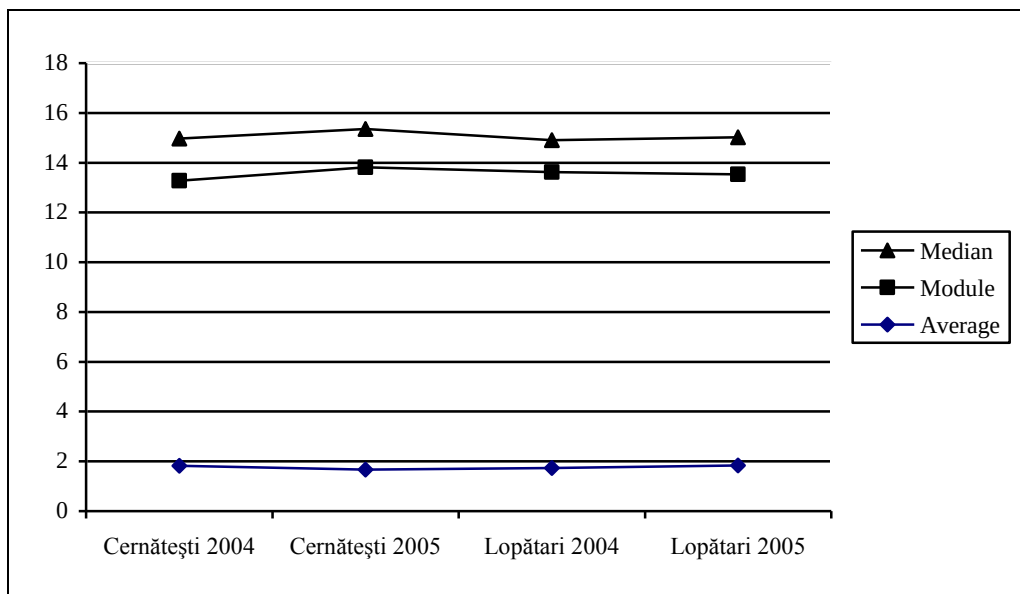


Fig. 14 The variation of morphometric parameters for smoothing index

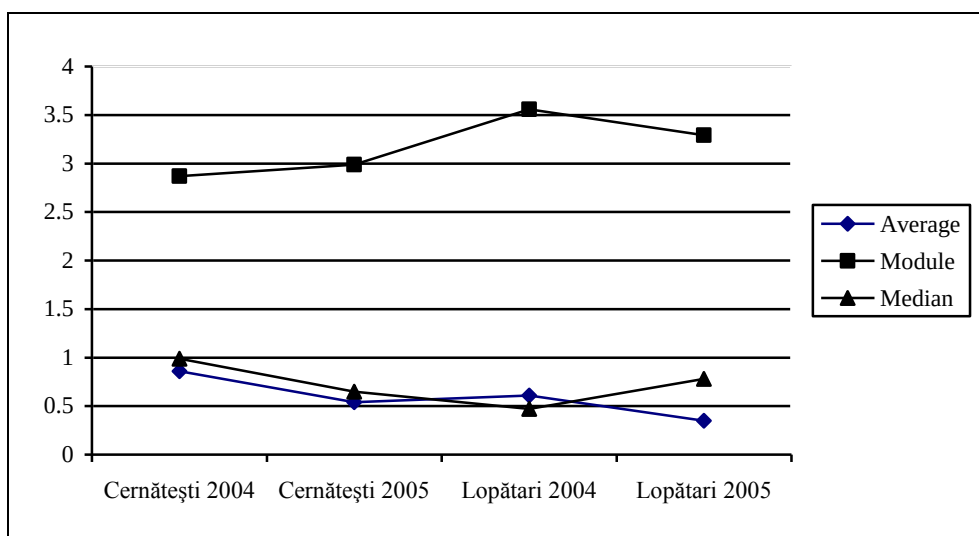


Fig. 15 The variation of morphometric parameters for assymetry index

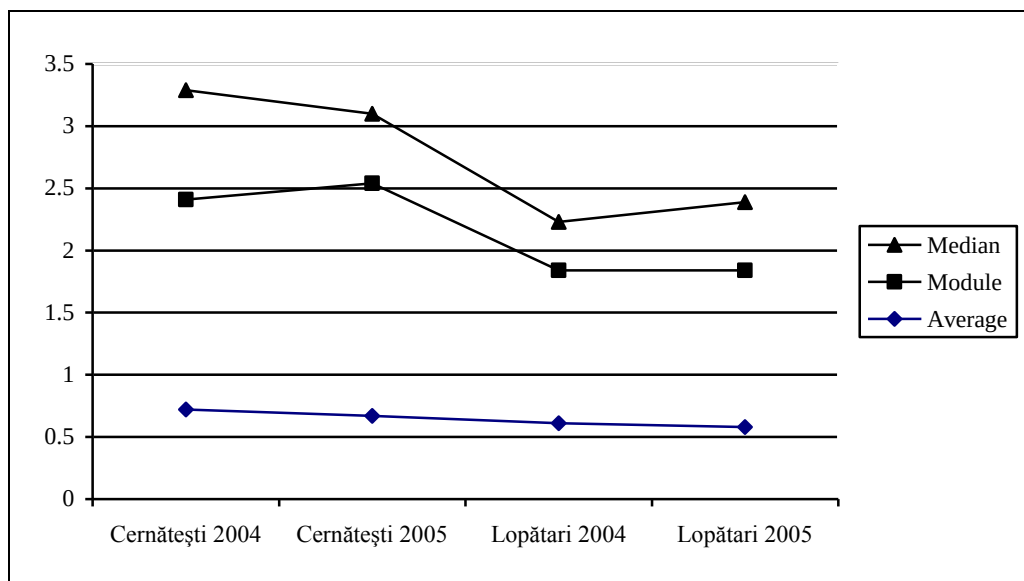


Fig.16 The variation of morphometric parameters for rolling index

Thanks

The researches from the hydrographic basin of Slanic were done within the PAI program *Brâncuși – The complementarity of the hydraulic and geographic researches in the fluvial dynamic* between the University of Bucharest, Faculty of Geography, the Research Centre Degradation of lands and Geomorphological Dynamic and Cemagref Lyon (project directors: Florina Grecu and Philippe Ramez).

The present paper aims to analyse comparatively the granulometry of materials from the Slanic riverbed to Cernătești (in the inferior course) and Lopătari (in the superior course).

The measurements were done in the years 2004 and 2005 together with the students from the Dynamic Geomorphology and Protection of the Terrestrial Environment masterate, the course of Riverbeds dynamic, to whom we want to thank.

BIBLIOGRAFIE

- GRECU F., COMĂNESCU L. (1998), *Studiul reliefului. Îndrumător pentru lucrări practice*, Editura Universității, București.
- ICHIM I., RADOANE M., RADOANE N. (1992), *Eșantionarea depozitelor de albie formate din pietrișuri și bolovănișuri. Metode și analiză*, Lucrările celui de-al IV-lea Simpozion „Proveniența și efluența aluviunilor”, Piatra Neamț.
- RĂDULESCU D., ANASTASIU N. (1979), *Petrologia rocilor sedimentare*, Editura Tehnică, București.
- RUHIN L.B. (1966), *Bazele litologiei*, Editura Tehnică, București.

University of Bucharest,
Faculty of Geography
Departement of Geomorphology

Granulometria depozitelor de albie ale râului Prut între Orofteana și Galați

Maria RĂDOANE*, Nicolae RĂDOANE*, Dan DUMITRIU**, Ionuț CRISTEA*

Key words: bed sediments, grain size, downstream fining, bimodality, dam effect, Prut river channel.

Abstract. Downstream variation in bed sediment size along the Prut River channel. The geomorphological research done upon the Prut River channel are part of the project “The Management and the Ecological Security of the Natural Resources in the Prut River Border Network” financed by the CEEEX national programme. As geomorphologists, we focused in this stage on the river channel of the Prut River and the deposits that make it. There can be distinguished two sectors in the quality of the channel material: a) upstream the Stânca – Costești Reservoir, with a length of 89 km, where gravels with D50 of 15 mm predominate at Orofteana and 7 mm at Mitoc, in proportion of up to 80%. The river channel reflects the geological and geomorphological conditions in the upper basin of the Prut River, where crystalline schists and rocks on flysch outcrop on almost 40% of the basin’s surface up to this point, with an energetic potential of the landscape capable of transportation of rough materials to the minor channel; b) 37 km downstream of Stânca – Costești Dam and as far as the confluence with the Danube, dominated by sands in proportion of 99% well sorted especially in the area of maximum narrowing of the basin. The Stânca-Costești Reservoir overlaps (without causing it) over the „granulometric leap” from gravel to sand (the sudden transition from the 8 mm particles to those under 1 mm). It is a very well known phenomenon in the geomorphological literature through the controversies raised upon the cause of the cack of particles, domain where we have contributed as well with our research on the rivers in the Siret Basin.

1. Introducere

Cercetările geomorfologice asupra albiei râului Prut au loc în cadrul proiectului „Managementul și securitatea ecologică a resurselor naturale din bazinul hidrografic de graniță al Prutului” finanțat prin programul național CEEEX. Acest proiect reunește specialiști pluridisciplinari pentru monitorizarea și evaluarea calității resurselor naturale și a exigențelor de mediu la granița de est a României. În ce ne privește, ca geomorfologi, ne-am concentrat în această etapă, asupra albiei minore a râului Prut și a depozitelor ce o alcătuiesc. Ambele structuri reprezintă o resursă geomorfologică asupra căreia până în prezent nu s-a realizat un studiu comprehensiv. În conformitate cu domeniul nostru de expertiză, vom face primele observații asupra distribuției granulometrice a materialului de albie pentru sectorul românesc al râului între Orofteana (la intrarea în țară) și confluența cu Dunărea. Rezultatele vor fi analizate în relație cu cele mai

noi progrese în cunoașterea fenomenului distribuției materialului de albie.

2. Zona de studiu

Prutul constituie cel de al doilea râu important din partea de est a României. Este un râu alohton a cărui obârșie se află în Carpații Păduroși pe teritoriul Ucrainei, de pe versantul nord-estic al Cernahorei și versanților nordici ai Munților Maramureșului. Până la localitatea Orofteana de Sus are o lungime de 235,7 km, pantă medie de 6,4 m/km și un bazin hidrografic de 8241 km². Între Orofteana și confluența cu Dunărea, pe această lungime de 946 km, Prutul se constituie râu de frontieră între România, pe de o parte, Ucraina și R. Moldova, pe de altă parte. În acest sector, panta râului scade la 0,23 m/km și este caracteristică puternica meandrare, unde coeficientul acesteia atinge 1,7. Suprafața totală a bazinului râului Prut este de 28463 km², iar râul are o lungime

totală de 946 km. Bazinul hidrografic pe teritoriul României măsoară 10999 km², are o dezvoltare asimetrică, fiind mai extins în jumătatea nordică, ajungând la lățimi de 80-85 km și lățimi foarte reduse de la sud de Țuțora și până la confluența cu Dunărea, 15 – 20 km.

Bazinul hidrografic al Prutului se suprapune unei zone cu o îndelungată evoluție geologică. Sursa materialului de albie se află în alcătuirea geologică a întregului bazin care este dominată de rocile friabile ale Platformei Moldovenești în proporție de 86,22%. Materialul grosier din albia râului Prut, identificat de măsurătorile noastre până la confluența lacului Stânca-Costești, are sursa în domeniul cristalin (care acoperă cca 300 km² în extremitatea nord-vestică a bazinului, ceea ce reprezintă 1,05% din întreaga suprafață a acestuia) și în domeniul flișului (care acoperă aproximativ 3620 km², adică 12,72% din suprafața bazinului)¹.

În 1978, în dreptul localităților Stânca-Costești, amonte de confluența Bășului cu Prutul, a fost dat în exploatare barajul cu același nume, înalt de 43 m și o lungime a coronamentului de 300 m. Barajul de greutate, cu nucleu intern de argilă a permis acumularea unui volum de 1290 milioane m³ apă a cărei suprafață este de 7700 ha. Folosința lacului este multiplă, pentru atenuarea viiturilor, alimentarea cu apă, irigații, producerea de energie electrică, pescuit. Cercetări asupra surselor de aluviuni din bazinul românesc al lacului au fost realizate de N. Rădoane (1996) și au fost utilizate și în acest studiu.

Marea majoritate a resurselor de apă ale Prutului se formează în regiunile carpatice și subcarpatice de pe teritoriul Ucrainei. Debitel medii multianuale sunt determinate, pe perioade diferite, la 6 posturi hidrometrice, din care unul este pe teritoriul Ucrainei (tabel 1).

Tabelul nr. 1

Date asupra morfometriei bazinului hidrografic și a scurgerii lichide ale râului Prut

Râul	Secțiunea	Suprafața bazinului, km ²	Distanța de la izvor (km)*	Q, m ³ /s
Prut	Cernăuți	6 890	193,30	73.62
Prut	Rădăuți - Prut	9 215	290.43	78.03
Prut	Stânca	13 099	389.06	81.57
Prut	Ungheni	21 515	572.74	86.81
Prut	Drânceni	22 883	665.68	101.76
Prut	Fălciu	25 214	792.14	103.43
Prut	Oancea	26 997	865.43	85.30

*Distanțele în lungul râului Prut au fost măsurate pe imagini Landsat7 ETM+ (sursa: NASA WMS Global Mosaic) și modele digitale ale terenului SRTM3 (sursa: NASA J.P.L.), corespunzătoare bazinului Prut

Repartiția scurgerii pe luni și pe anotimpuri se poate urmări din graficele inserate în fig. 1, de unde reiese că în luna martie scurgerea medie depășește de 2,8 – 3,4 ori debitul mediu anual, iar scurgerea de primăvară reprezintă 45 – 50% din scurgerea medie anuală. Iarna și toamna, resursele de apă sunt foarte reduse (8 – 20%)

dar varietatea lor, împreună cu scurgerea de vară, oglindește influența însemnată a iazurilor. Tipul de regim al Prutului în bazinul superior se apropie de cel carpatic oriental moldav, însă pe tot teritoriul țării noastre suferă deja o transformare destul de însemnată prin creșterea ponderii scurgerii din martie-aprilie (fig. 1).

¹ Datele referitoare la repartiția formațiunilor geologice din bazinul superior sunt estimative, obținute de pe hărți la scară mică.

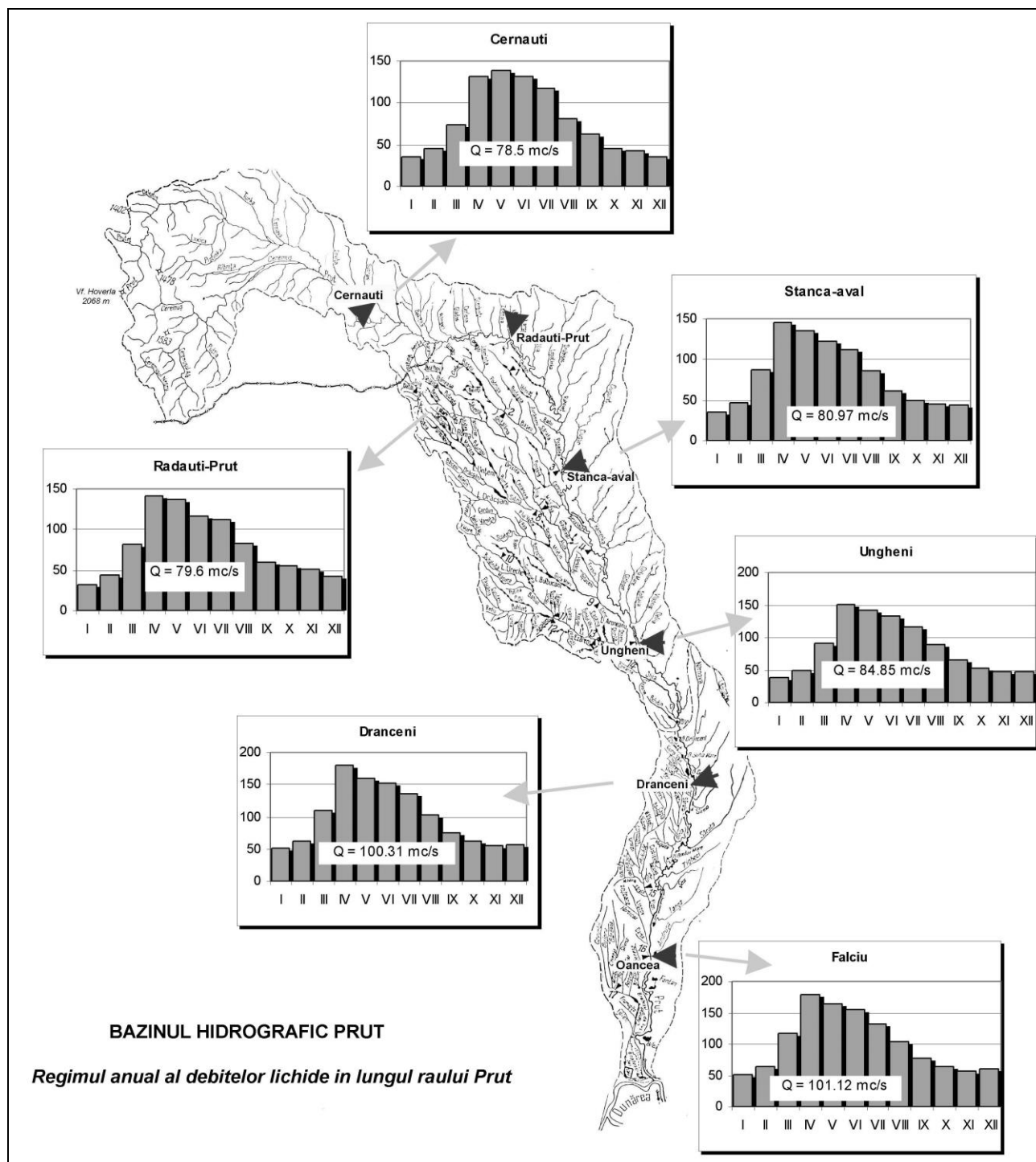


Fig. 1 Regimul anual al scurgerii lichide în lungul râului Prut

În lungul râului Prut, debitele maxime se realizează în lunile mai – iunie pe teritoriul Ucrainei (la Cernăuți) și în lunile aprilie-mai la posturile hidrometrice de pe teritoriul României ating valori de 140 – 180 m³/s de la Rădăuți-Prut spre confluența cu Dunărea. Cele mai mici debite se înregistrează în lunile ianuarie-februarie, când pe râu se instalează și pod de

gheață. Valorile debitelor minime pot scădea și sub 10 m³/s cum a fost în anul 1964, luna februarie, când în lungul râului Prut debitele au înregistrat un minim istoric de 5,34 m³/s la Stâncă, 5,56 m³/s la Ungheni, 13,3 m³/s la Drânceni și 16,9 m³/s la Fălciu. Perioada de timp luată în analiză a fost reprezentativă pentru determinarea regimului, respectiv, 1895-1997

(Cernăuți) și 1950-1990 (pentru posturile de pe teritoriul României). O influență crescută în reglarea regimului scurgerii lichide a râului Prut o are lacul de la Stâncă – Costești care asigură un debit minim de cel puțin $35 \text{ m}^3/\text{s}$ aval de baraj.

În ce privește regimul multianual al scurgerii, acesta a fost evaluat pe o perioadă de 40 ani (1950 – 1990), la postul hidrometric Rădăuți-Prut: debitul mediu lunar cel mai mare a fost înregistrat în august 1955 și a fost de $452 \text{ m}^3/\text{s}$, iar debitul cel mai mic a fost de $5,61 \text{ m}^3/\text{s}$ în luna februarie 1962. În avale, la postul Stâncă, tendințele pe timp lung se păstrează aproximativ la fel cu postul din amonte, cu deosebirea că aici există o regularizare a debitelor de către acumularea din spatele barajului. Cel mai mare debit înregistrat a fost tot cel din august 1955, de $468 \text{ m}^3/\text{s}$, iar cel mai mic de $5,34 \text{ m}^3/\text{s}$ în februarie 1964. După 1978, odată cu darea în exploatare a lacului Stâncă-Costești, asemenea debite minime nu s-au mai înregistrat, deși tendințele regimului anual s-au menținut. La posturile hidrometrice Ungheni, Drânceni și Fălciu, ce se succed în lungul râului Prut, se remarcă tendințele imprimare din partea superioară a râului, cu deosebirea că variabilitatea debitelor este din ce în ce mai mare spre avale. Anul 1955 a fost unul cu cele mai mari debite înregistrate în lungul râului Prut, dar perioada 1969 – 1975 a fost cea mai lungă cu ape mari. Astfel, în august 1955 la Ungheni s-au înregistrat valori medii de $478 \text{ m}^3/\text{s}$, la Drânceni de $537 \text{ m}^3/\text{s}$, iar la Fălciu de $573 \text{ m}^3/\text{s}$. Cele mai mici valori, așa cum am arătat deja, au fost în februarie 1964.

3. Metodele de lucru

Fondul de date privind analiza depozitelor de albie a rezultat din colectarea de probe de aluviuni în urma unei lungi campanii de teren. Cele 16 secțiuni de albie din care s-au eșantionat depozitele au fost situate în lungul râului la o distanță de aproximativ 20-25 km una de alta, așa cum se indică în fig. 7 de mai jos. Punctele de prelevare a materialului de albie au fost plasate pe renii și cât mai aproape de nivelul apei râului. Ca exemplificare prezentăm imaginea din fig. 2 în care este vizibilă o renie bine dezvoltată de râul Prut pe malul convex. Secțiunea este plasată în dreptul

localității Orofteana de Sus, la intrarea Prutului pe teritoriul românesc. Malul convex al râului este format în terasa de 3-4 m, complet inundată la ape mari. Renia respectivă este formată predominant din pietrișuri și are o lungime de 160 m. Malul stâng este concav, cu eroziune laterală puternică care a îndepărtat epiurile de protecție.



Fig. 2 Râul Prut la Orofteana (intrarea pe teritoriul românesc) în iulie 2006. Eșantionarea materialului de albie a avut loc de pe o renie și cât mai aproape de nivelul apei râului

Ca metodă de eșantionare s-a folosit metoda volumetrică, greutatea totală a probei prelevate fiind în funcție de greutatea celui mai mare galet găsit în secțiunea analizată, respectiv, cel mai mare galet reprezentând 5% din greutatea totală a probei (cf. Mosley and Tindale, 1985; Church et al., 1987). Exemplificarea acestei metode este dată în fig. 3, din care rezultă modul cum a fost separat pavajul (stratul grosier de pe suprafața reniei) de subpavaj (stratul mai fin ce formează cea mai mare parte a materialului de albie). Suprafața de recoltare a probelor a fost de 1 m^2 . Întrucât în situația de față particulele din stratul de pavaj nu au depășit 40 mm diametrul, greutatea probei de pavaj a fost de circa 5 kg, iar a celei de subpavaj a fost de circa 3 kg. Până la Lacul Stâncă-Costești am recoltat probe în această manieră, deoarece în materialul de albie am întâlnit pietrișuri. Avale de lac, materialul de albie a fost exclusiv nisipos (fig. 4) și cantitatea de material recoltată a fost mai mică, în jur de 1 kg. Campania de eșantionare a avut loc la sfârșitul lunii iulie când debitele râului erau în scădere, astfel că am putut avea acces la formațiunile de albie de tipul reniilor și ostroavelor laterale.

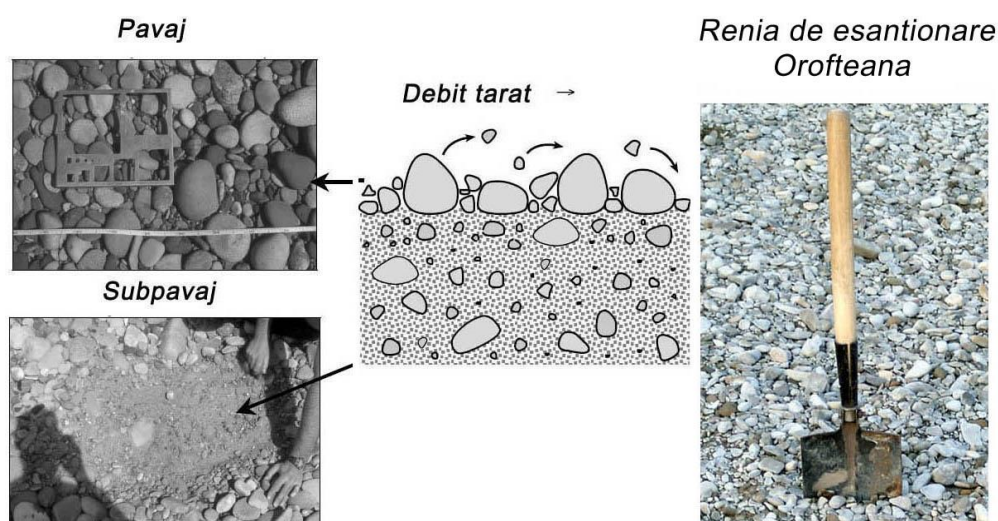


Fig. 3 Exemplificarea metodei de eșantionare a materialului de albie

În laborator probele au fost sfertuite, uscate la temperatura de 105°C , trecute prin site selectate conform scării Wentworth, apoi cântărite. În final, s-au obținut histogramele și curbele granulometrice cumulate ale distribuțiilor granulometrice. Măsurătorile de teren și analizele de laborator au produs o mare cantitate de date (tabel 2), a căror prelucrare a constat în obținerea unor elemente de statistică

descriptivă (medie, deviație standard, determinarea legilor distribuției empirice și eliminarea erorilor grosolane) și de relații empirice între variabile. Rezultatele obținute sunt analizate conform următoarei structuri: a) spectrul granulometric al râului Prut; b) variația diametrului median în lungul râului; c) forma distribuțiilor granulometrice.

Tabelul nr. 2

Date sedimentologice ale albiei minore a râului Prut

Nr. crt.	Secțiunea	Lungimea râului (km)	Suprafața bazinului amonte de secțiune (kmp)	D50 (mm)	Praf (%) sub 0.063	Nisip (%) 0.063-2 mm	Pietriș (%) 2 - 64 mm
1	Orofteana	235,70	8354,0	15,00	7	12	81
2	Teioasa	259,18	8834,7	14,00	6	20	74
3	Radauti Prut	290,43	9215,0	12,00	9	20	71
4	Mitoc	341,00	9991,9	7,00	16	32	52
5	av. baraj Stanca	389,06	13099,4	13,00	0	17	83
6	Santa Mare	438,47	14173,9	0,18	1	99	0
7	Sculeni	516,76	18534,0	0,21	0	100	0
8	Opriseni	572,74	21515,7	0,33	0	100	0
9	Dranceneni	665,68	22883,5	0,18	0	100	0
10	Albita	671,72	23121,6	0,18	1	99	0
11	Bumbata	734,16	24080,0	0,18	1	99	0
12	Falcu	792,14	25214,6	0,17	1	99	0
13	Vladeni	842,43	26523,6	0,23	0	100	0
14	Oancea	865,43	26997,8	0,18	1	99	0
15	Mastacani	887,14	27879,0	0,45	3	97	0
16	Am. Dunare	946,00	28463,3	0,39	1	99	0



Fig. 4 Albia râului Prut la Bumbăta (punct de recoltare 11), avale de Albița. Pe maluri sunt resturi de bușteni de la ultima viitură. Exemplificarea poziției punctului de eșantionare în cazul unei alpii cu perimetrul alcătuit din materiale nisipoase.

4. Spectrul granulometric al râului Prut

Ponderea procentuală cumulată în lungul râurilor a claselor granulometrice majore redă mult mai sugestiv « accidentele » care intervin în dispunerea exponențială a dimensiunii

materialului în profil longitudinal. Pentru obținerea acestei imagini au fost necesare curbele granulometrice cumulate de pe care au fost extrase procente de praf, nisip și pietriș, conform scării granulometrice Wentworth (Rădoane et al., 1995).

O distribuție procentuală cumulată ideală a materialului de albie în lungul râului este aceea în care clasele de dimensiuni din ce în ce mai mici se succed în mod uniform în direcția curgerii. Dintre cazurile studiate de noi de notorietate sunt râurile Suceava și Moldova care se apropie cel mai mult de această tendință (Rădoane et al., 2002). În ce privește râul Prut, pe 70% din lungimea lui, relația între pietriș, nisip și praf este cea ilustrată în fig. 5, din care reiese că amonte de lacul Stâncă Costești domină pietrișurile, acestea apar și avale de baraj datorită fenomenului de « pavaj hidraulic », după care dispar în totalitate. Nisipurile între 2 – 0,05 mm sunt atotstăpânitoare până la confluența cu Dunărea. În cele ce urmează și pe baza altor materiale ilustrative vom analiza în detaliu această distribuție.

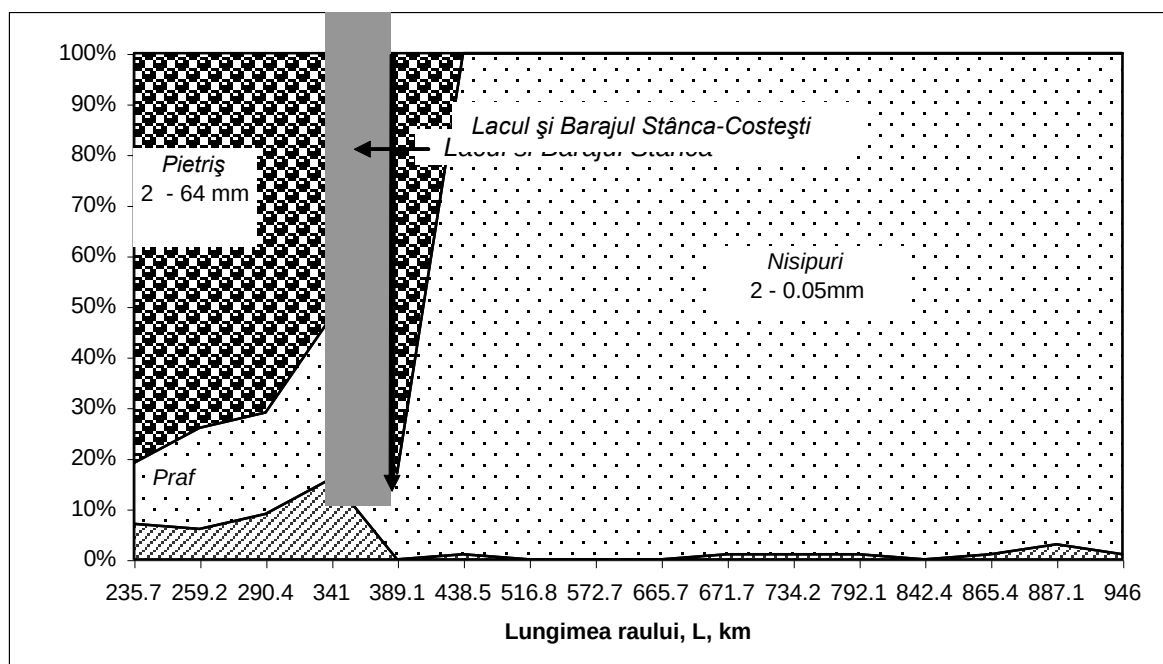


Fig. 5 Spectrul granulometric al materialului de albie al râului Prut între Orofteana și confluența cu Dunărea

5. Variația diametrului particulelor materialului de albie

Una dintre variabilele sugestive în aprecierea dimensiunii materialului de albie este diametrul median, D50, respectiv, diametrul cu procent de 50% pe curba granulometrică cumulativă. El se obține foarte ușor după ce curba granulometrică este desenată. Acest parametru a fost corelat cu lungimea râului pentru a evidenția variabilitatea și tipul funcției obținute. Reducerea dimensiunii materialului de albie în profilul longitudinal al râurilor a fost observată și exprimată printr-o relație empirică încă din 1875 de către Sternberg, care arată că particulele din albie își reduc dimensiunea proporțional cu lucrul mecanic efectuat împotriva frecării în lungul râului. Relația este de tip exponențial și redă proporționalitatea între granulometria materialului de albie și panta profilului longitudinal. Cercetări ulterioare au stabilit numeroase situații când relația lui Sternberg nu are caracter general. Sunt situații generate de: apariția unor discontinuități în panta profilului

longitudinal; perturbarea produsă de aportul cu aluviuni din afluenți; prezența unor sectoare de albie caracterizate prin energie mare, avale de o puternică sursă de aluviuni și altele (Sambrook Smith, 1996).

În ce privește râul Prut, rezultatele obținute de noi sunt trunchiate, deoarece nu am avut posibilitatea să eșantionăm întregul profil longitudinal (ceea ce se află în Ucraina). Cu toate acestea, pe aproape 70% din lungimea râului deținem informații despre calitatea materialului de albie. Reprezentarea grafică din fig. 6 sintetizează o serie de informații extrem de interesante privind variabilitatea materialului de albie pe care le prezentăm în cele ce urmează :

- Graficul prezintă două curbe de corelație a diametrului median cu lungimea râului, separate de un salt granulometric de la D50 de 7 mm, la un D50 de 0,18 mm. Acest salt se suprapune lacului Stâncă – Costești, dar și pe următorii 37 km avale de baraj. În total, saltul se desfășoară pe o lungime de 80 km.

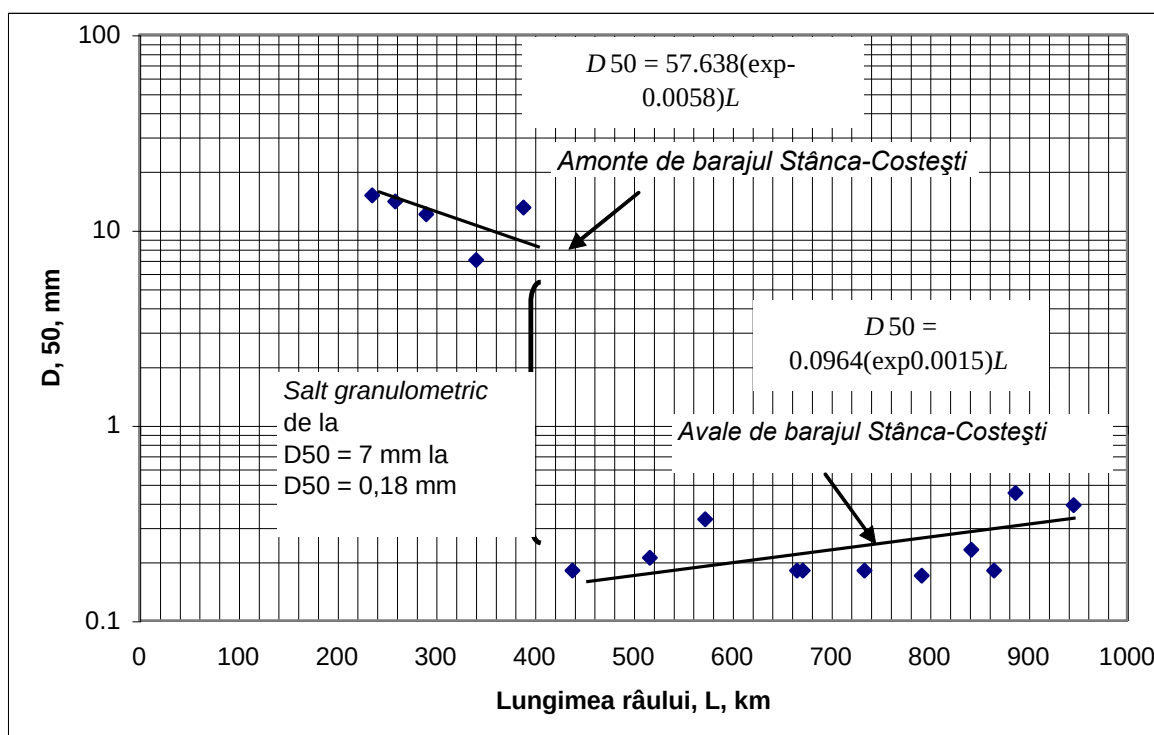


Fig. 6 Variația diametrului median, D50, în lungul râului Prut, între Orofteana și confluența cu Dunărea

- b) Amonte de lacul Stânca-Costești, materialul de albie înregistrează un declin modelat de o curbă exponențială cu parametri statistici (coeficienți de corelație și de determinare) ce o plasează foarte apropiat de situația reală. Rata de diminuare a materialului de albie pe acest sector de 90 km al râului Prut între intrarea în țară și coada lacului Stânca-Costești este comparativă cu a celorlalte râuri din bazinul hidrografic Siret, monitorizate de noi o lungă perioadă de timp (Rădoane et al., 2007). Coeficientul de diminuare (așa-numitul „fining” în literatura de specialitate) a materialului de albie pentru acest sector este comparabil cu sectoarele extracarpaticale ale râurilor din bazinul Siretului (tabel 3), condiții care pot fi extrapolate și pentru râul Prut amonte de lacul Stânca-Costești.
- c) Între km 341 și km 438 are loc saltul granulometric arătat mai sus și care este foarte vizibil pe graficul din fig. 6. Pe acest sector de 81 km se află și lacul Stânca-Costești care se desfășoară pe lungime de 44 km. Saltul granulometric de la clasa pietrișurilor la cea a nisipurilor prin penuria particulelor cu diametre cuprinse între 2 și 8

mm este o trăsătură obișnuit întâlnită în lungul râurilor, dar explicația acestui fenomen a rămas încă o problemă amplu dezbătută (Rădoane et al., 2007). În situația râului Prut, saltul granulometric natural este „ascuns” de lacul Stânca-Costești și continuat încă 37 km avale de baraj prin apariția fenomenului de „pavaj hidraulic” (îndepărtarea particulelor fine și formarea unui strat de particule groșiere la suprafața patului albiei). În lipsa și a altor măsurători privind modificarea în timp a poziției patului albiei nu putem aprecia cu precizie până unde se face simțită influența lacului Stânca-Costești în lungul râului, avale de baraj. Din analiza granulometrică a materialului patului albiei constatăm, că la 37 km avale de baraj, patul albiei este alcătuit din nisipuri fine, sub 0,2 mm diametrul median și care se menține în jurul acestei valori și chiar mai mici până în dreptul localității Oancea, la 865 km de izvoare. Putem aprecia astfel că din punct de vedere al realizării pavajului hidraulic sub efectul barajului aceasta este distanța de influență avale de baraj.

Tabelul nr. 3

Coeficienții de diminuare („fining”) și de mărire („coarsening”) a materialului de albie al râurilor din bazinul hidrografic Siret, comparativ cu cei ai râului Prut
(date din Rădoane et al., 2007)

Râul	Lungimea sectorului (km)	Coeficientul de determinare a ecuației exponențiale $D50 = f(L) (R^2)$	Coeficient de diminuare	Coeficient de mărire
			(coeficientul « b » al funcției exponențiale)	
Suceava	157	0,753	-0,0143	
Moldova	202	0,739	-0,0102	
Trotuș	159	0,349	-0,0061	
Trotuș (sectorul montan)	98	0,480	-	0,0056
Trotuș (sectorul subcarpatic și extracarpatic)	61	0,590	-0,0147	
Putna	150	0,793	-0,0565	
Putna (sectorul montan)	99	0,736	-0,0381	
Putna (sectorul subcarpatic)	27		-	0,0371
Putna (sectorul extracarpatic)	51	0,882	-0,0615	
Buzău	306	0,908	-0,0288	
Buzău (sectorul montan)	166	0,800	-0,0185	
Buzău (sectorul extracarpatic)	140	0,887	-0,0155	
Siret (sectorul de influență carpatică)	566	0,028	-	0,0007
Siret (sectorul de câmpie)	159	0,778	-0,0141	
Prut (sectorul amonte de lacul Stânca – Costești)	90	0,814	-0,0058	
Prut (sectorul avale de lacul Stânca – Costești între km 438 și km 946)	310	0,172	-	0,0015

- d) Modelul exponențial aplicat variației D50 pe distanța cuprinsă între km 438 și confluența cu Dunărea (km 946) arată o ușoară tendință de creștere, exprimată prin coeficientul de mărire a particulelor (cunoscut sub denumirea de „coarsening”). Acest fenomen l-am întâlnit și la alte râuri cu pat de nisip cum este râul Bârlad unde dimensiunea materialului de albie înregistrează o ușoară creștere în lungul râului de 220 km (Rădoane, Rădoane, 2003). Fenomenul este în relație cu eficiența sortării materialului nisipos în timpul transportului, particulele mai fine sunt îndepărtate, iar cele mai groșiere sunt abandonate în patul albiei. Mediul hidrodinamic este clar evidențiat și de coeficientul de sortare Trask (So) al materialului de albie care indică următoarea tendință: cu cât valoarea coeficientului este mai apropiată de 1.0, cu atât dimensiunea particulelor este mai uniformă și cu atât mediul hidrodinamic este mai activ. Cea mai bună sortare a materialului de albie în lungul râului Prut s-a înregistrat între km 404 și km 657, iar în zona cea mai îngustă a bazinului (între km 734 și km 842) valoarea sortării ajunge chiar la 1.05).
- e) Așa cum vom vedea și din alte materiale cartografice și prelucrări de date, distribuția granulometrică în lungul râului este în strânsă relație cu tipul, cantitatea și calitatea surselor de aluviuni. În zona cea mai îngustă a bazinului intrarea de aluviuni din bazin prin afluenții laterali aproape că este neglijabilă, astfel că râul prelucrează și sortează materialul provenit aproape numai din amonte sau prin remobilizarea materialului din propria albie. Rezultatul se observă în acest coeficient de sortare foarte aproape de 1,0 între Bumbăta și Fălciu. În apropiere de confluența cu Dunărea, sortarea materialului se reduce, după părerea noastră, prin intrarea în aluviunile râului a unei cantități apreciabile de sedimente mai groșiere aduse de afluenți din zona Dealurilor Fălciului unde se dezvoltă stratele de Bălăbănești-Tuluțești de origine fluvio-lacustră (Sficlea, 1960). Trebuie să recunoaștem că prin recoltarea probelor din

renii, chiar dacă s-a urmărit să fie cât mai aproape de nivelul râului aflat la cote mici, este posibil ca să existe o diferență față de granulometria din talvegul râului. Și credem că cea mai izbitoare diferență este în acest sector inferior al râului unde materialul din renii este puternic influențat de afluenții laterali ce vin din Dealurile Fălciului.

5. Forma histogramelor materialului de albie

O altă posibilitate de analiză a depozitelor de albie este aceea pe baza histogramelor distribuțiilor granulometrice. Este cunoscut faptul că depozitele de albie ale râurilor cu pat de pietriș au o caracteristică distinctă față de cele ale râurilor cu pat de nisip, și anume, bimodalitatea. Aceasta este definită prin existența a două mode (vârfuri) în distribuția granulometrică, separată de o penurie de material în categoria pietrișului mărunț, respectiv, fracțiunea 1-20 mm. Există o largă dezbateră privind acest fenomen, sintetizată de Sambrook Smith (1996), din care am reținut că nu există încă o explicație unanim acceptată privind fenomenul în ansamblul lui. Autorul sintetizează trei cauze posibile, demonstrate în studii pertinente: efectul nivelului de bază (care, se pare, are cele mai mari șanse de a fi întâlnit la un număr mare și variabil de râuri), intrarea laterală de aluviuni fine (care necesită surse importante de aluviuni) și uzura materialului de albie (valabilă mai ales pentru râurile mari). Cercetările noastre asupra distribuțiilor granulometrice ale râurilor cu pat de pietriș din bazinul Siretului au arătat că bimodalitatea are o explicație în rata transferului de aluviuni fine din aria sursă spre albia de râu (Rădoane et al., 2007).

În ce privește forma distribuțiilor granulometrice ale râului Prut, prezentate grafic în fig. 7, reținem următoarele observații:

- evidențierea clară a fenomenului de bimodalitate amonte de lacul Stânca-Costești, cu o modă accentuată pe clasa pietrișurilor și una de mai mică pondere pe clasa nisipurilor. Între cele două mode se manifestă, așa cum s-a observat și în alte numeroase cazuri, o lipsă de material în clasele granulometrice ale nisipului grosier și pietrișului mărunț.

- avale de barajul Stâncă Costești unde se manifestă un pavaj hidraulic, histograma este unimodală și reflectă ponderea numai a materialului grosier.
- după dispariția pavajului, distribuțiile granulometrice devin unimodale pe clasa nisipurilor, în unele secțiuni (9, 10, 11) sortarea este atât de bună încât apare doar o singură clasă granulometrică (sunt leptocurtice).
- ultimele secțiuni din apropierea confluenței cu Dunărea manifestă o distribuție unimodală, dar forma histogramelor este mai evazată prin contribuția și a altor clase granulometrice, datorită influenței surselor grosiere din Dealurile Fălciului, așa cum am arătat mai sus.

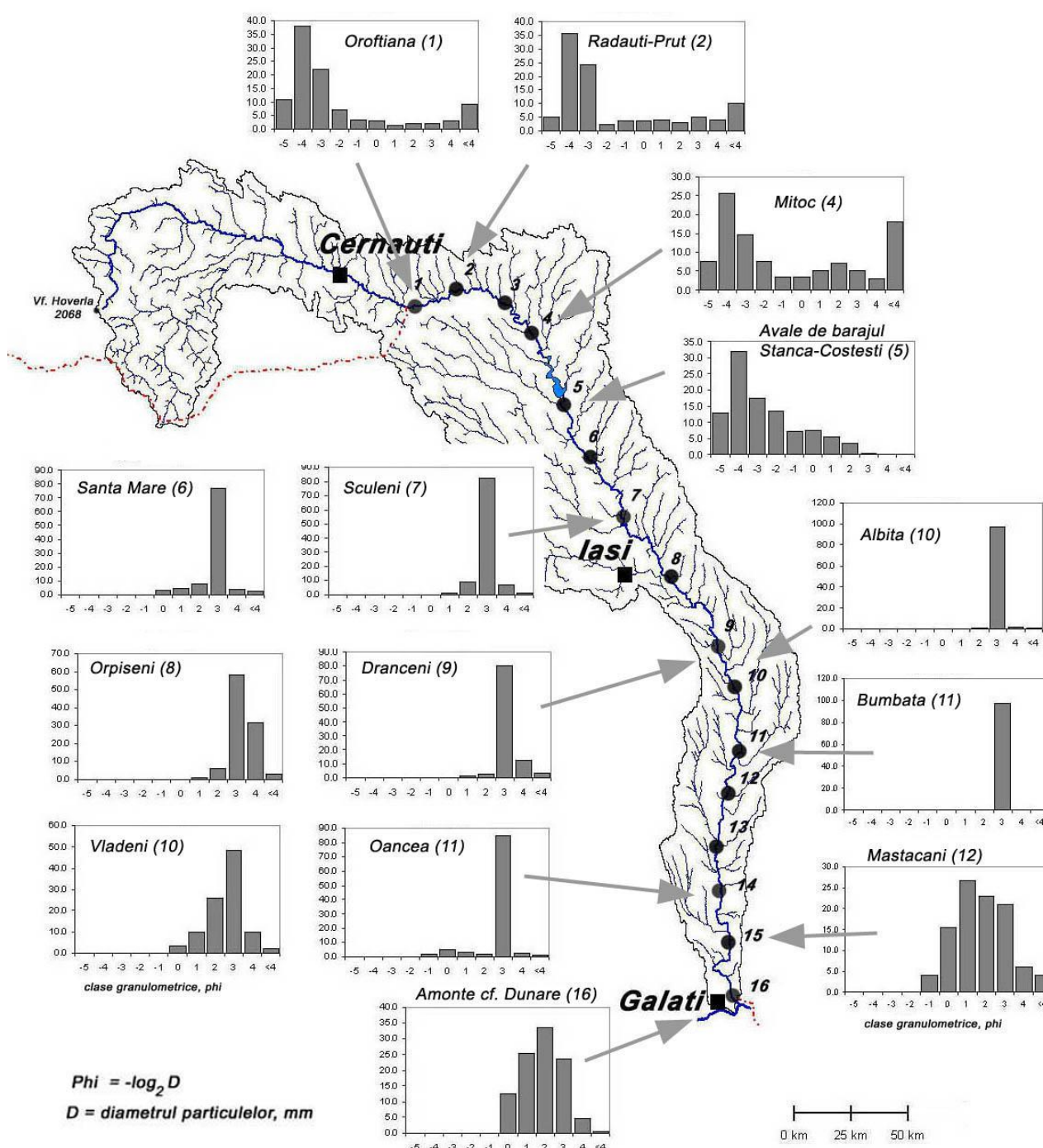


Fig. 7 Forma distribuțiilor granulometrice ale depozitelor de albie ale râului Prut

6. Concluzii

Rezultatele obținute în această etapă de cercetare le considerăm preliminară, urmând să fie completate printr-o cartografiere detaliată a proceselor geomorfologice de mal, a diferitelor tipuri de hazarde geomorfologice din aria adiacentă râului, o evaluare cantitativă a ratelor de migrare în plan orizontal și vertical al albiei pentru perioada istorică și, în special, a ultimilor decenii. În acest fel ne vom explica mai bine unele situații aparent conflictuale ale repartiției materialului de albie.

Pe baza datelor obținute în această etapă de cercetare, materialul de albie al râului Prut reflectă condițiile ariei de sursă a aluviunilor, dominată în proporție de peste 80% de rocile friabile ale Platformei Moldovenești și de potențialul de eroziune relativ redus din bazin. Acest material provine în cea mai mare parte din remobilizarea depozitelor din perimetrul albiei, în special, avale de lacul Stânca-Costești.

În ce privește calitatea materialului de albie, se disting două sectoare:

- amonte de lacul Stânca-Costești, cu o lungime de 89 km, dominat de pietrișuri cu D50 de 15 mm la Orofteana și 7 mm la Mitoc, în proporție de până la 80%. Albia minoră reflectă condițiile geologice și geomorfologice ale bazinului superior al Prutului, unde apar șisturi cristaline și roci

de fliș pe aproape 40% din suprafața bazinului până în acest punct, dar și un potențial energetic al reliefului capabil de transportul unor materiale groșiere spre albia minoră.

- avale 37 km de la barajul Stânca-Costești și până la confluența cu Dunărea, dominat de nisipuri în proporție de 99% bine sortate, în special, în zona de îngustare maximă a bazinului.

Lacul Stânca-Costești se suprapune (dar fără a fi cauza) pe „saltul granulometric” de la pietrișuri la nisipuri (trecerea bruscă de la particule de 8 mm la cele de sub 1 mm). Este un fenomen bine cunoscut în literatura de specialitate prin controversele iscate asupra cauzelor penuriei de particule, la care ne-am adus și noi contribuția prin cercetările asupra râurilor din bazinul.

O observație cu totul deosebită este efectul barajului Stânca-Costești asupra realizării „pavajului hidraulic” în albia râului Prut pe o distanță apreciată de noi la 37 km, un sector în care apele lipsite de încărcătură solidă din lacul din amonte a „spălat” materialul mai fin din albie, rămânând cel grosier, mai greu de îndepărtat. O mare parte din pietrișurile observate de noi sunt alcătuite din materialele colțuroase ale toltrilor în care este adâncită albia în acest sector.

BIBLIOGRAFIE

- BĂLOIU, V., IONESCU, V. (1986), *Apărarea terenurilor agricole împotriva eroziunii, alunecărilor și inundațiilor*, Editura Ceres, București.
- BĂCĂUANU, V. (1968), *Câmpia Moldovei. Studiu geomorfologic*, Ed. Academiei, București.
- BĂCĂUANU, V., BARBU, N., PANTAZICĂ, MARIA, UNGUREANU, A., CHIRIAC, D. (1980), *Podișul Moldovei. Natură, om, economie*. Editura științifică și enciclopedică, București.
- CHURCH, M.A., MCLEAN, D.G., WOLCOTT, J.F. (1987), *River bed gravels: sampling and analysis*. In Thorne C.R., Bathurst J.C., Hey R.D. (Eds), *Sediment transport in gravel-bed rivers*, Chichester, Wiley: 43 – 79.
- HÂRJOABĂ, I. (1968), *Relieful Colinelor Tutovei*, Ed. Academiei, București.
- IONIȚĂ, L., OUATU, O. (1985) - *Contribuții la studiul eroziunii solurilor din Colinele Tutovei*, Cercet. Agronom. în Moldova, XIII, 58 - 62.
- IONIȚĂ, I. (1999), *Sediment delivery scenarios for small watersheds*, in *Vegetation, land use and erosion processes* (editat I. Zăvoianu, D. E. Walling, P. Șerban), Institut de Geografie, 66-73, București.
- IONIȚĂ, I., RĂDOANE, MARIA, SEVASTEL, M. (2006), *Soil erosion in Romania* in *Soil Erosion in Europe*, John Wiley, Marea Britanie, 155-166.
- MOSLEY, N.P., TINDALE, D.S. (1985), *Sediment variability and bed material sampling in gravel - bed rivers*. *Earth Surf. Processes Landf.*, 4: 465 - 483.
- POSEA, GR., POPESCU, N., IELENICZ, M. (1974), *Relieful României*, Editura științifică și enciclopedică, București.

- RĂDOANE, MARIA, ICHIM, I. (1991), *Contemporary trends of river bed formation in the Eastern Carpathians*. Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica, 35-36: 181-194
- RĂDOANE, MARIA, ICHIM, I., RĂDOANE, N., DUMITRESCU, GH., URSU, C. (1996), *Analiza cantitativă în geografia fizică*. Editura Universității, “Al. I. Cuza” Iași, 350 p.
- RĂDOANE, MARIA, RĂDOANE, N. (2001), *Eroziunea terenurilor și transportul de aluviuni în sistemele hidrografice Jijia și Bârlad*, Revista de Geomorfologie, București, vol. 3, 73-86.
- RĂDOANE, MARIA, RĂDOANE, N., ICHIM I., DUMITRIU, D., MICLĂUȘ, CRINA (2002), *Granulometria depozitelor de albie în lungul unor râuri carpatice*, Revista Geografică, Institutul de Geografie, t. VIII, 70 - 77.
- RĂDOANE, MARIA, RĂDOANE, N., DUMITRIU D. (2003), *Impactul construcțiilor hidrotehnice asupra dinamicii reliefului*, în Riscuri și catastrofe, editor V. Sorocovschi, Universitatea „Babeș-Bolyai” Cluj-Napoca, 174-185.
- RĂDOANE, MARIA, RĂDOANE, N. (2003), *Morfologia albiei râului Bârlad și variabilitatea depozitelor actuale*, Revista de geomorfologie, 4.
- RĂDOANE, MARIA, RĂDOANE, N. (2005), *Dams, sediment sources and reservoir silting in Romania*. Geomorphology, 71: 112-125.
- RĂDOANE, MARIA, RĂDOANE, N., DUMITRIU, D., MICLĂUȘ, CRINA (2007), *Downstream variation in bed sediment size along the East Carpathians Rivers: evidence of the role of sediment sources*, Earth Surface Processes and Landforms, sub tipar.
- RĂDOANE, N. (1996), *Evaluarea producției de aluviuni în bazinul versant al lacului Stânca Costești, sectorul românesc*, SCG t XLIII, București.
- SAMBROOK, SMITH, G.H. (1996), *Bimodal fluvial bed sediments: origin, spatial extent and processes*. Progress in Physical Geography, 20: 4, 402 – 417.
- SFICLEA, V. (1960), *Pietrișurile de Bălăbănești și câteva precizări geomorfologice legate de ele*, Anal. Șt. Univ. “Al. I. Cuza”, Iași, sect. II, VI, f. 2.
- UJVARI I. (1972), *Geografia apelor României*, Editura științifică și enciclopedică, București.
- VERSTRAETEN, C., BAZOFFI, P., LAJCZAK, A., RĂDOANE, MARIA, REY, F., POESEN, J., DE VENTE, J. (2006), *Reservoir and pond sedimentation in Europe*, in Soil Erosion in Europe, John Wiley, Marea Britanie, 759-774.
- *** (1983), *Geografia României I*, Ed. Acadmiei, București.
- *** (1992), *Geografia României IV*, Ed. Acadmiei, București.

*Universitatea „Ștefan cel Mare”, Suceava, Departamentul de Geografie,

**Universitatea „Al. I. Cuza” Iași, Departamentul de Geografie

Evolutionary interpretation of the landslides from the Miron Căproiu Street Scarp (Eternității Street – V. Alecsandri Street) – Breaza Town

Iuliana ARMAȘ^{*}, Răsvan DAMIAN^{**}

Cuvinte cheie: orașul Breaza, versantul terasei II, alunecări, modelul digital al altitudinilor, monitorizare, modele evolutive

Key words: Breaza town, II-nd terrace scarp, landslide, elevation model, monitoring, evolution patterns

Landslides are amongst the most damaging natural hazards in the Subcarpathian Prahova Valley, especially in the context of a higher increase of the dwellers' number after 1990. The great variety of landslide types mirrors the diversity of local conditions and the particular combination of factors that render the slopes unstable.

The landslides of the Breaza scarp belong to the period of occasional reactivations, with periods of relative stability, marked by creep processes on the active escarpments and appearance of cross cracks parallel to the scarps or within the mass slide.

Mass movements have various forms and dimensions, less profound landslides being the most frequent; they are recent or reactivated in the body or lateral scarps of the masses that were previously moved.

In this paper we systematized the results of field investigations spread over five years. Field mapping and computer-based analysis using the location of landslides, as well as morphographic aspects, geology, soil, forest and land-use databases allowed us to identify some evolutionary patterns.

The topographical survey of the landslide named Miron Căproiu – A1 was accomplished with a Leica TC 805 Total Station, at a scale of 1:5000, in 2003, and with a Total Station, model SOKKIA SET610, in 2005. The surface was not covered with a rectangular grid, but with profiles traced along thalwegs and micro-depressions. On an area of 29,521 sq. meters, with a length of the sliding mass of 369 meters, over 6,000 points were determined.

1. Introduction

Field surveys executed during the last five years along the Prahova Valley scarp of Breaza locality permitted the mapping of several landslide categories. These landslides are characteristic for a 7–15° dip of the scarp, occurring in the proximity of built-in areas and leading to a wavy aspect of the landscape. Several stages of the landslide development were documented:

- Development of fissures, cracks, sometimes filled with freatic water, before the mass rupture in the rock;
- Appearance of break and falling/sliding of the material until reaches a final equilibrium state;
- Occasional reactivations of the major breaking surface and/or minor surfaces within the slid rock mass, with seasonal variation.

The studied landslides, called here the „*Miron Căproiu Street landslides*” (between the Eternității Street, at the cemetery and the Morii Street), had completely destroyed six houses placed on the margin and edge of the terrace, while numerous rudimentary repairs were undertaken at the other houses of the area (these houses, all 50-70 years old, are considered light buildings, without foundation, with a wooden structure covered by clay). Shallow to medium deep landslides, both new and reactivated, dominate in this area. Reactivations are located in the lateral crevices of the older landslides. Some of the landslides are naturally stabilized, especially through the gardens located as an extension of the built-in area; naturally grown grasslands or planted orchards occupy the wavy landslide surfaces, leading to a popular perception that landslides do not represent a natural hazard.

The raise of interest for real state developments in this urban area after 1990 was not accompanied by corresponding access route systematization. Thus, for example in M. Căproiu Street problems related to the traffic intensity and load, as well as those related to water drainage (including household waste water) were completely overlooked.

After 1990–1992 new building constructions took place — large scale weekend houses with one or two floors and the ground floor partially dug into the substrate. These „cuts” into the slope, as well as digs executed to construct foundations and lay underground cables and pipes — represent probably the immediate anthropic cause that led to the landslides of 1997, and after them to those from the fall of 2005.

The field studies carried out during a period of five years along an extended sector of the Prahova Valley, allowed understanding the wide picture of the landslide processes, as well as the identification and description of the local lithological and structural setting. The studies included direct field observation and geological, geomorphological and pedogeographical mapping, shallow excavations, trenches and boreholes; over 50 samples for geotechnical analyses were collected. The Miron Căproiu Street – Eternității Street landslides was periodically mapped with total station (between 2003 and 2005) and the development of the landslide monitories through witness marks.

2. The M. Căproiu Street landslides (between the Eternității and V. Alecsandri Streets)

2.1. Local lithological features

Downstream from the confluence between the Prahova and Belia valleys, the outcropping deposits belong to the post-tectonic cover (fig. 1). From Breaza de Sus – Plaiu Cornului towards the Doftana valley there is the *Breaza – Buciumeni syncline*, with a west – to – east orientation; it has the greatest development and the deepest descent in this direction. This syncline has equally developed flanks and is axially faulted. The southern compartment of the structure is uplifted along the Breaza fault.

The axis of the syncline passes through the center of the town and continues in the left bank of the river to Frăsinet; from here, it is translated towards south along some transverse faults, until it reaches a position south of Lunca Mare, in the Doftana valley.

In the flanks of the Breaza – Buciumeni syncline (and leading to a prominent landscape especially in its southern flank) Lower Miocene deposits are present.

Centimeter to decimeter thick, bedded sedimentary formations build up the landslide area. These are represented by marls, mudstones, compacted sands and gypsiferous marls. The sands are extremely permeable, with a consistency index similar to *hard rocks*. The characteristic fingerprint is represented by a mudstone at the „very active” boundary. The mudstones are „contractile mudstones”. The geotechnical features suggest the presence of clay minerals capable of expansion — *illite* and *montmorillonite* — that increase their size when in contact with water. When wetted, their shearing resistance drops severely and this rock type represents the sliding surface along which the landslides are initiated. At least at two different levels gypsum occurs as 0,80–1,20 m thick beds or decimeter – to – meter thick blocks. The gypsum beds form lines of relief that supports and guides the slid rock mass.

The gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), a soft rock made up of only one type of mineral, decomposes in the presence of water. This process develops at a gradually increasing pace and results in a soft, highly plastic, saturated bed with essentially no shearing resistance. The deposits overlying these gypsum beds slide gravitationally, even at low dips (Legget and Hatheway, 1988). The gypsum beds overlay a succession starting with decimeter thick medium to fine grained sandstones with carbonate or gypsum cement and chaotically arranged gypsum or anhydrite-filled fissures. These are followed by centimeter-thick grey-blue marls with shaly sandy marl intercalations. The dissolution process is promoted by the infiltrated rainwater, either drained along the street drainage network or redirected by *anthropic constructions: foundations, wells, septic fosses, canals* etc. When the critical value of stability is reached,

the in-mass slide of meter-thick successions is initiated, involving also the levels whose stability was lowered by gypsum dissolution; this phenomenon was documented following the rainy season of September 2005.

In the edge of the Breaza terrace, tuffs were identified at the middle of the escarpment, under the house nr. 66, within an outcrop developing into a new landslide. The upper part of this slide (monitored along 3 years) is obviously advancing.

The field studies show that the landslides are generally medium deep, affecting the soil and

only the superficial level of the underlying rocks; they have a thickness of 1,5–2 m, rarely exceeding 3–5 m. The landslides are consequences of rainwater infiltration through the terrace sediments down to the described lithological levels; this causality is perceived correctly by the local population, as shown by the polls (see Armaş et al., 2003). Rainwater infiltrates through the gravel beds and re-appears in the side of the terrace as springs. Due to them landslides develop at the edge of the terrace, continuously undermining it (as seen in the case of nr. 66 Miron Căprioiu Street).

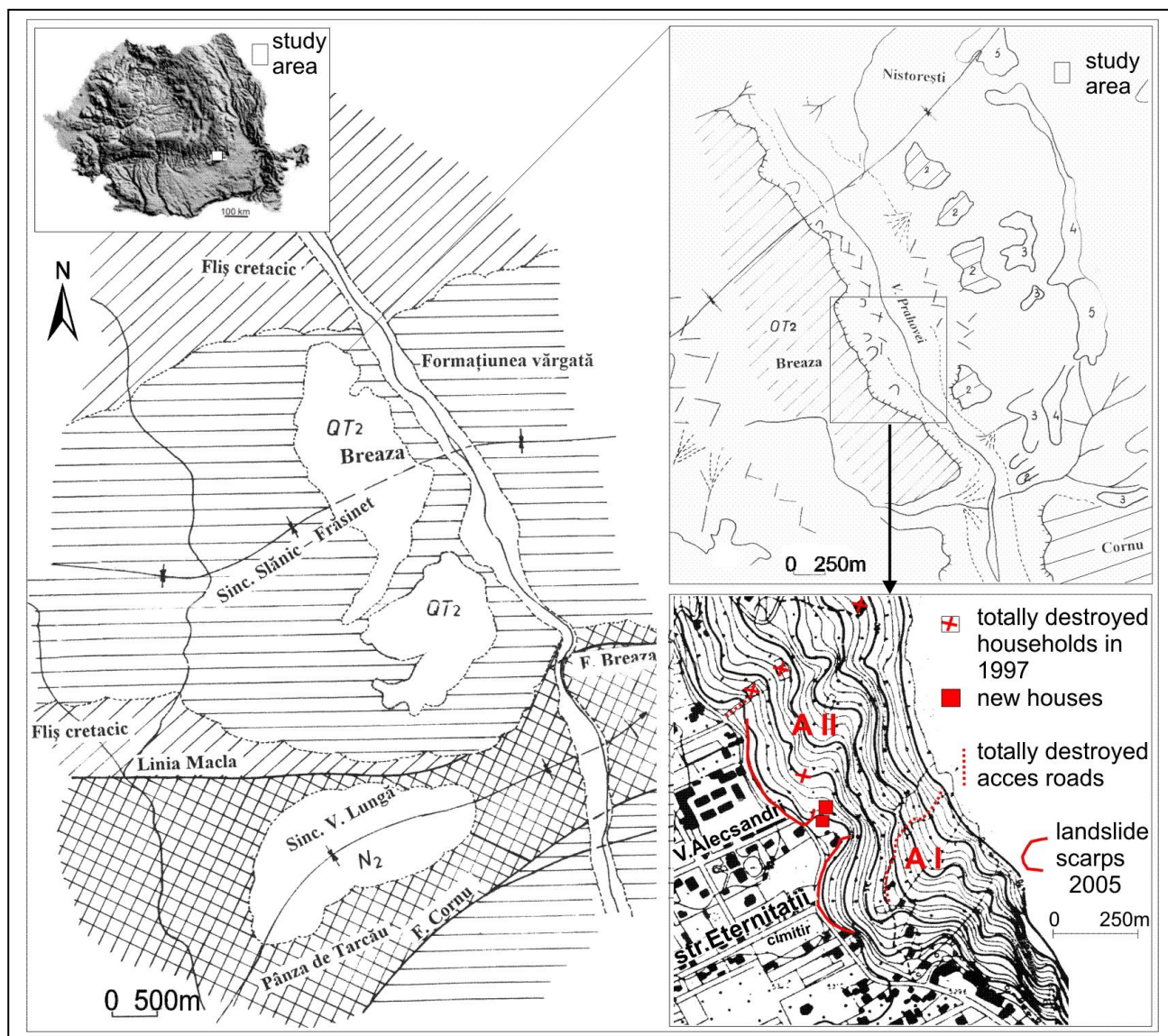


Fig. 1 Geological and geomorphological background

2.2. *Geomorphological and instability features of the Miron Căproiu – A1 landslide*

The steep slopes of terrace II (in the Miron Căproiu – A1 area) is shaped by a complex series of adventive, active landslides, centered on the main landslide (photo 1). The slope is fragmented by amphitheatre-shaped slide crevices, 10–15 m high. The slided material forms forested waves, covered by willow. Reactivations and slow movements appear especially in rainy years, affecting the street network. In the slope up to 5 m high secondary breaking crevices appeared, with a regressive development. As a consequence, the width of the street is reduced, locally to less than 2 m. In certain sectors, flowing slides or even mudflows also occur.

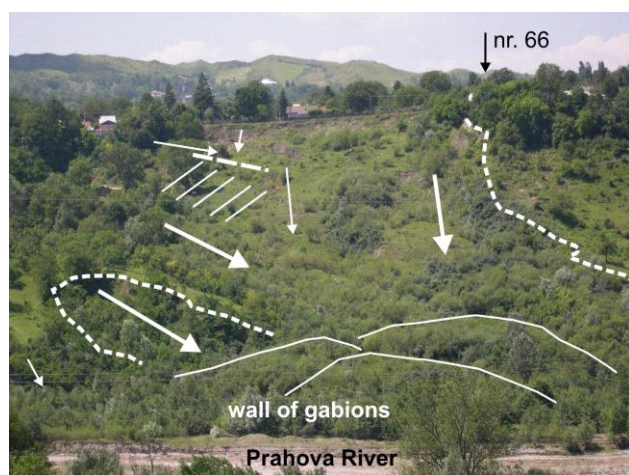


Photo 1 The A1 landslide in July 2005, seen from the left bank of the Prahova (arrows show the main directions of movement, cross-hatching represents the T1 surface, continuous lines mark the contour of the main slide waves from the slope base)

The morpho-dynamical analysis shows a continuous retreat of the breaking crevices during the study period, especially in the central area, along the motorway. This process is countered by filling and consolidation of the motorway. The filling material breaks down in a ladder-like pattern, especially during the rainy seasons, when the surface drainage along the

Eternității Street is accompanied by a subterranean drainage (suffusion type). The drainage is following the axis of the route. The gravitational process starts as falls, developing into rotational slides.

The slided rock mass overstepped the structural ledge (shown as interrupted line in the photo) during the spring-summer of 2005, oriented by the gypsum levels. In the ledge a secondary breaking crevice developed.

The steps made up of the slided filling material falling periodically from the central breaking crevice accumulate at the base of the slope, being renewed during the rainy seasons. In the upper half of the landslide, the material moves along a direction controlled by the gypsum levels, then is reoriented to the Prahova Valley; there is a relative stopping period on terrace, at 30 m relative altitude. Field observations during the study period showed a removal of the material from the slide waves of the breaking crevice through drainage on the structural surface. A central, very active drainage alignment is obvious, being continuously supplied from the breaking crevice. The secondary landslide below house nr. 66 is less active.

In the body of the main landslide there is a drainage that presents opportunities for stabilization and regularization, placed in the southern extremity. This drainage presently supplies ponds and small swamps, having numerous course changes especially due to fact that the area is a grazing land.

The analysis of the spatial and morphological features, as well as that of the flow directions and the stability of the slided masses, led to the identification of several genetical, morphological and morpho-dinamic models of the landslide. At the edge of the terrace, on the Miron Căproiu Street intersection with the Eternității Street, the studied landslide can be included in the model **M-A1** separated by the authors (Miron Căproiu – A1 landslide; fig. 1 and 2, see also Armaș et al., 2003).

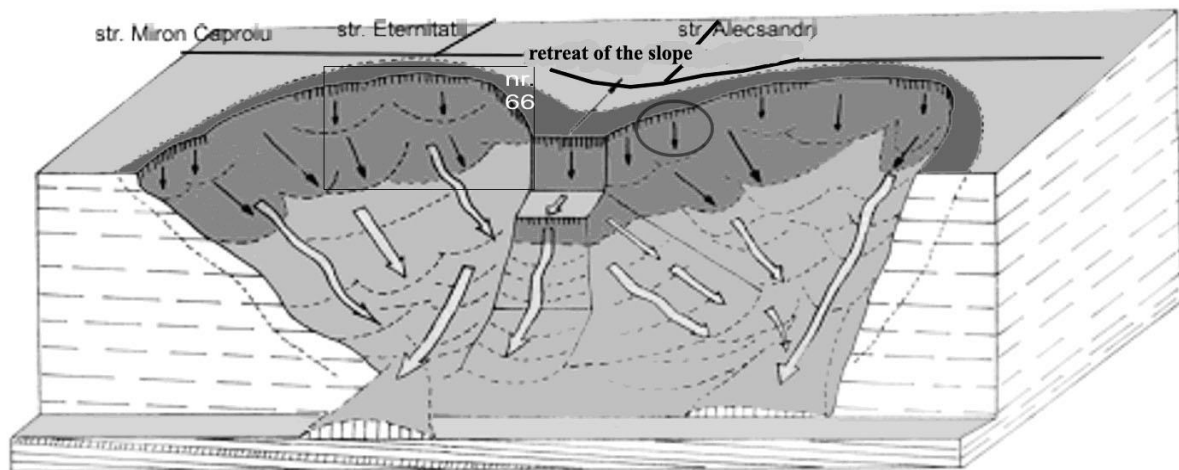
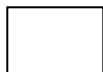


Fig. 2 Model of evacuation of the deluvial mass, M-A1, as specific to the syncline flank



A2 landslide, September 2005, from the cooperation



The A1 landslide and the secondary landslide from nr. 66 M. Căproiu Street

Examples of this type of landslide occur, at a smaller scale, on the southern edge of the syncline and, somewhat larger, in the axial part. These led to the „opening” of „small bays” in the slope, with a uniform frontline. The landslide is made on the bed surfaces and probably interferes with „moments” of fall from the edge of the undermined terrace or even from intermediate steps. Through area extension, the break crevices might fuse, leading to the development of embayment's that cut deeply in terrace II.

2.3. The M. Căproiu – V. Alecsandri streets landslide (in front of the cooperation), Miron Căproiu – A2 landslide

The evolution of the slope and development of the landslide during September 2005 was conformable to that proposed in the model developed (Armaș et al., 2003). Following heavy rains, a sudden collapse involving filling material occurred, leading to the destruction of the motorway, fall-out of an electric pole, destruction of a well and unearthing water pipes and electrical cables (photo 2).

This landslide is deep, and was initially directed, in the shape of partially stabilized waves. The presence of active lateral crevices

led soon to the development of a rotational landslide, controlled by the bedding plane, towards the fold axis.

The slided surface overlays an area with interbedded sandstones, shales and marls, covered by gravely-sandy terrace deposits.

The presence of steps and grooves, oriented transversally, was noted – these represent natural crevices and small valleys, existing before the development of the present motorway. This suggest that during the development (widening) of the motorway, several crests were cut, unearthing the rocky underground, while small valleys and depressions were filled in. As a result, the motorway is underlaid by a feebly compactized, high permeability infrastructure.

The vulnerability of this area is augmented by the lack of drainage systems to collect rainwater as well as surface waters flowing along the street (that is slightly dipping from the direction of the city center).

During warm, arid time periods, the eastern exposure of the slope lead to increasing dryness of the sliding surfaces and apparent stability; this is however, reversed during rainy periods. It is during these moments (showed statistically as being *perceived as such by the local inhabitants*) that the landslides initiate, controlled

also by geological factors (dip of the strata, the particular syncline structure, attendances of permeable and impermeable beds).

The wetting of the sandy beds, due to rainwater, reaches the level of the sand-mudstone boundaries. The amount of the supplied water is increased by the free-flowing groundwater from under the terrace gravels, by the household waste waters (due to defectuous waste water management). This process is continuous and represents the main and constant element of instability. As soon as the critical level is reached, the wetted rock mass is set in motion, through decollement and sliding of the rocks along the bedding planes, in a north-eastern direction.



Photo 2 The landslide at the margin of the Alecsandri Street (September 2005); the paths of the pipes and electric cables that led to slope instability; in the right side, the cobbles of a well felt into the breaking crevice

The lithology, geological setting and field observations made the second day after the initialization of the September 2005 landslide (small, wet breaking crevices, sliding slopes, free-flowing water) suggest the presence of a process that threatens the stability of the foundation for an

electric pole and transform station from the side of the road.

Moreover, the position of this electric pole is further weakened by local instability factors due to constructions: almost horizontal leveling – without possibility of water discharge and covering with concrete of the courtyards, construction of transverse support walls; all these led to the build-up of a system that stores water under pressure (nr. 68 M. Căproiu Street). This water is partly discharging towards north (the plea of the landslide). The presence and fluctuations of this water volume are demonstrated by the existence of a spring within the courtyard of nr. 68 M. Căproiu Street (shown by arrow in photo 2). The excess water storage leads to instability of the area extending to the the Miron Căproiu Street. The landslide is very active and develops regressively within the terrace. Up to the fall of 2006, no security measures were taken to protect the area, except for a sidewalk fence.

The landslide started with a fall of the material from the edge of the terrace and its reorganization at the base, pushing and covering material resulting from a previous fall. Within the body of the fall, there is a previously destroyed building; the pushing effect of the fall affected (through rotation and rolling over) the remnants of this building.

The „widely open embayment” contour, representing a level of relative equilibrium, is currently being remodeled by a new contour “invasion”. It is probable that this new, minor arc-shaped structure will continue its northward development. Some fissures evident in the motorway are already suggesting this trend (see fig. 3).

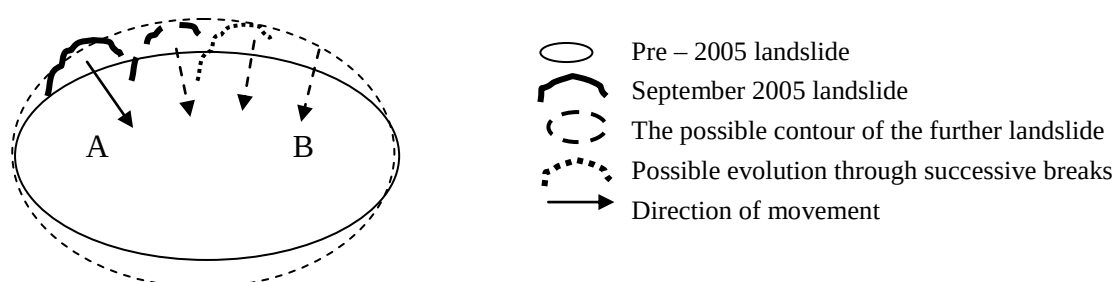


Fig. 3 Probable evolution for the September 2005 landslide

From A to B (fig. 3), the arrow A shows the direction of the already started slide towards the distal part of the *breaking crevice arc*, *practically aligned with the axis of the road*.

In the present, the landslide developed locally superimposed sectors, with steps and waves of different generations. It will be supplied at its upper part by continuous processes of creep and fall from the retreating terrace edge, which is currently open and steep. A major impact is that of the suffusion process, the water discharging from under the terrace gravels as springs, with increased water supply during rainy seasons. *In the possibility of the presence of some gypsum levels suggests that these will reorient the sliding mass as soon as they will be reached* (similarly to the case of landslide A1).

The movement of the material is done along the steepest dip of the slope. Direction changes occur on bed surfaces, and the slid body shows several stacked waves, with increased thickness towards the base of the slope. The speed of the landslide was initially high, due to the lithology and the occurrence of heavy rains, leading to increased fluidity. During the 23–25.09.2005 time period, the amount of fallen rainwater, measured at the Prahova S. H., totaled at 39,5 mm (out of which 20,1 mm during the 23rd of September). At the Câmpina station, 24,2 mm water column was measured on the 24th of September. Due to this rainfall values, the flood along the Prahova Valley reached peak values of 53,8 m³/s on 24.09.2005, 18.00 hours, and 55,9 m³/s on 25.09.2005, 12.00 hours (Prahova S.H., Poiana Țapului).

The drainage of the water that accumulates in the terrace material, as well as that originating from peripheral infiltration along the edges of the exposed beds is converging towards the central, axial part of the syncline. The landslide started as a fall in the morning of 25th September. The direction of the slide was (and continues to be) controlled by a slight eastward dip of the syncline; since the dip angle is slightly less than that of the topographical surface, water outsource and pounding occur within the body of the slid material.

3. Conclusions

In the present, the chances of natural stabilization of the slope are small. The continuous expansion of the built-in areas leads to the development of high-vulnerability sectors; these, although restricted in surface, represent major local risk factors.

The major vulnerability to mass transport are present in the case of deep, flowing or waved landslides, showing recent instability, as well as those being active under wooded areas, or those representing breaking surfaces developed upon older landslide bodies in pasture areas.

The exploitation of the Miron Căproiu Street is developing in a wrong manner and without restrictions, regardless its constructive quality and setting. It represents a non-standardized road from dimensional point of view, without infrastructure, without lateral or transverse (at the intersection with perpendicular streets descending from the city centre) drainage system and periodical traffic with heavily loaded trucks.

The road is intimately influenced by a series of old-fashioned active wells (with a diameter of about 1,20/0,80 m), some not used as water supply, with a fluctuating, active hydrostatic level (the water level, as measured in June, is less than 2 meters from the surface, at a water depth of 2,55 m).

Recently, along the road – within the range of the access road – several interventions took place: digs for foundations of electric poles of different dimensions, installation of water pipes and electric cables, and probably also for other reasons as well.

The road itself, as morphological surface, represents a local base for water infiltration and drainage; the material and mode of building makes it a drainage way for water from under the terrace gravels. All these contribute to the development of landslides in the upper part of the slope. In the lower half of the slope, the material presents locally a higher fluidity, leading to the development of large fans into the Prahova floodplain. Several geotechnical works within the floodplain, built to protect the motorway, railway or pipelines, permit the development of pounded areas with in-excess humidity.

The building activities and extension of the anthropically modified surface within the area led to further effects that promote landslide formation. These effects include affecting the natural stability of the area, especially through in-excess introduction of water in the underground. This is done through water works for household supply constructed in an unprotected and uncontrolled manner; the lack of monitoring in the waste water disposal, through drainage systems either not constructed to meet the current needs or constructed for other reasons, in many cases used, flawed and with many shortcomings. Moreover, since household water is mostly supplied by wells, building of a large number of new houses led to several new wells perforating in an unplanned

manner the groundwater table. These effects are supplemented by the significant water losses from the „industrial systems”.

In the meanwhile, the lack of an adequate canal network for water supply and disposal in this part of the city, on the edge of the Prahova terrace, in concurrence with the aim of assuring comfortable living conditions, led to compromises that affect adversely both the traditional local community and the environment.

As a general conclusion, we underline that the studied sector is highly instable and vulnerable; any kind of anthropic activity, not taking into account the local conditions, will only led to further degradation of the local conditions.

REFERENCES

- ARMAȘ I, DAMIAN R, STROIA FI. (2007), Vulnerabilizarea versanților prin impact antropic. Studiu de caz: versantul terasei Breaza – valea Prahovei/România, *Lucrările seminarului geografic "Dimitrie Cantemir"*, 27, sub tipar.
- ARMAS I. (1999), *Bazinul hidrografic Doftana. Studiu de geomorfologie*, Ed. Enciclopedică, București.
- ARMAS I. (2006), *Risc și vulnerabilitate. Metode de evaluare în geomorfologie*, Ed. UB, București.
- ARMAȘ I., DAMIAN R., ȘANDRIC I., OSACI-COSTACHE G. (2003), *Vulnerabilitatea versanților la alunecări de teren în sectorul subcarpatic al văii Prahova*, Ed. Fundației România de Măine, București.
- CROZIER M. J. (1986), *Landslides - Causes, Consequences and Environment*, Croom Helm, London.
- DINU M., CIOACĂ A. (1997), Some geomorphological risk factors in the Curvature Carpathians and Subcarpathians, *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, Comitato Glaciologico Italiano*, Torino, 19.
- GRECU F. (1999), Potential land uses in the Prahova Subcarpathian area, în vol. *Geography within the Context of Contemporary Development*, 6-7 june 1997, Cluj Univ. Press, Cluj Napoca.
- GRECU F. (2002), Risk-Prone Lands in Hilly Regions: Mapping Stages, *Applied Geomorphology: Theory and Practice*, John Wiley and Sons, London.
- GRECU F., COMĂNESCU L. (1998), The dynamic state of the slopes affected by landslides in the Subcarpathian Prahova Valley Area, *The Romanian – Italian workshop on landslides*, Oradea.
- GRECU F., PALMENTOLA G. (2003), *Geomorfologie dinamică*, Ed. Tehnică, București.
- LEGGET R.F., HATHEWAY A.W. (1988), *Geology and Engineering*, McGraw Hill Book Company, London.
- MAC I. (1986), *Elemente de geomorfologi dinamică*, Ed. Acad., București.
- PARASCHIVESCU C., NICOLAE M., RADUCU M. (1973), *Studii geologice privind alunecările de teren din zonele Câmpina, Provița, Gura Beliei, Vârfuri, Runcu, Malu cu Flori, Câmpulung, jud. Ph. Perimetrele Telega-Buștenari*, I.G.P.M.S. București, Arh. I.G.R. (nepublicat).
- PARICHI M., ARMAȘ I., VARTOLOMEI FI., (2007), Evaluari pedologice și morfodinamice pe valea Prahovei subcarpatice, *An. Spiru Haret* 9, sub tipar.
- PARICHI M., ARMAȘ I., VARTOLOMEI FI., (2007), Informația pedologică în evaluarea vulnerabilității versanților la alunecări de teren. Studiu de caz: orașul Breaza, *Lucrări și rapoarte de cercetare*, D.T.D.G., vol. 2, sub tipar.
- PIKE R. J. (1988), The geometric signature: quantifying landslide terrain types from digital elevation models, *Mathematical Geology*, 20, 5.
- POPP N. (1939), *Subcarpații dintre Dâmbovița și Prahova*, Studii și cercetări geografice, III, SRRG.
- POSEA GR. (2002), *Geomorfologia României*, Ed. Fundației „România de Măine”, București.
- SANDULESCU M. (1984), *Geotectonica României*, Ed. Tehnică, București.
- SURDEANU V. (1982), Considerații asupra depozitelor deluviale, caracteristici fizice, *Bul. Șt. I.I.S.*, Suceava.
- SURDEANU V. (1982), Recherches experimentales de terrain sur les glissements, *Studia Geomorph. Carpat. Balcan.*, XV, Krakow.
- SURDEANU V. (1990), Sistemul geomorfologic al alunecărilor de teren, *St. Univ. Babeș-Bolyai*, 2.
- SURDEANU V. (1998), *Geografia terenurilor degradate. I. Alunecări de teren*, Presa Universitară Clujeană, Cluj Napoca.

* University of Bucharest, Faculty of Geography

** University of Bucharest, Faculty of Geology and Geophysics

The role of geological factors in relief modelling in the Subcarpathian sector of Râmnicu Sărat basin

Marian ENE

Key words: geological factors, neotectonic movements, seismicity, lithology, structure, shallow deposits, morphodynamics.

Rolul factorilor geologici în modelarea reliefului în sectorul subcarpatic al Râmnicului Sărat: În modelarea reliefului în sectorul subcarpatic, un rol important îl dețin factorii geologici. Mișcările neotectonice, prin rata de înălțare a reliefului, întrețin continua dinamică a proceselor actuale de modelare. Mișcările seismice au un rol sporadic, favorizând accelerarea unor procese pe termen scurt (alunecări și prăbușiri). Rolul determinant în tipul și intensitatea modelării îl au litologia și structura. Sectorul subcarpatic al bazinului Râmnicu Sărat este caracterizat de prezența rocilor sedimentare cu grad mare de plasticitate (argile, marne ș.a.) și erodabilitate (pietrișuri, nisipuri, gresii și loessuri), favoruzând desfășurarea unor procese gravitaționale (solifluxiune, alunecări de teren, curgeri noroioase, prăbușiri ș.a.) și hidrodinamice (pluviodenudare, ravenare și torențialitate).

An important role in modelling the relief of Subcarpathian sector of Râmnicu Sărat basin is hold by the geological factors, either they are tectonic movements or lithology and structure. Their influence is not negligible at all, because they can determine the way and intensity of the current relief modelling, among other factors (climatic, hydrologic etc.).

Tectonic movements have a conditional and releasing role in the current relief morphodynamics of the Râmnicu Sărat basin. Neotectonic movements and earthquakes are the two types of neotectonic manifestation which affect the studied area, with direct consequences over the way and speed of current geomorphologic processes unfolding.

Neotectonic movements: The specific of current geomorphologic landscape of the Curvature Subcarpathians shows their youthfulness, as a result of high recent tectonic mobility which had conditioned the relief modelling. This neotectonic mobility of the region, which is still active, is confirmed by the tectonic sesibility, as well as by the morphologic character of the valleys, with tectonically deformed terraces. It has given an

impulse to erosion and gravitational processes, strongly influencing the evolution and current aspect of the Curvature Subcarpathians. Active morphodynamics has transformes the Subcarpathian sector of the Râmnicu Sărat basin into a very broken up relief unit, with obvious local differences, as a consequence of a relatively differentiated morphodynamics, in a rithm conditioned by the local tectonic mobility. In the studied area it has been registrated a relief uprising of 1,5 – 2,0 mm/year in the Mio-Pliocene sector and 0,5 – 1,0 mm/year in the Quaternary sector, a phenomenon reflected by the deep cutting of the hydrpgraphic network, by the intensification of slope modelling and acceleration of landslides releasing and evolution.

Earthquakes are seismic movements which have a substantial contribution to the landslides releasing as a consequence of disturbing the equilibrium of the deluvium. Seismicity of the Vrancea area joins the alpine range one, locally being directly bounded with the still active faults (Posea, 2002). Vrancea earthquakes are intermediary (the depth of focus under 170 km), periodically releasing a huge quantity of energy and generating big material damages and

human lives losses. After the 1977, March 4 earthquake, in the Râmnicu Sărat basin have shown up a series of phenomena caused by the seismic movements. Thus, there have been formed fractures and cracks in the harder rocks, especially in the Subcarpathian depression „Între Râmnic” and in the intern Subcarpathian hills. Within the perimeters Chiojdeni, Motnău and Buda have been released a series of landslides, and other released ones have accelerated their evolution.

Lithology and structure. Lithology and structure constitute as major potential factors, with a role in current geomorphologic processes unholding by two means:

- by imposing the form, length and slope declivity degree;
- by imposing the types (structure) and intensity of current geomorphologic processes (lithology).

Lithology, by the great variety of petrographic facies (fig. 1), is a major conditioning factor of the relief modelling. The Curvature Subcarpathians, including the Subcarpathian sector of the Râmnicu Sărat basin, are made of a large palette of sedimentary rocks, of different ages, grouped in lithologic facieses with a different behaviour to the modelling subaerial factors. The great variety of lithologic facieses, the presence of permeable and impermeable rocks, strong and soft, the appreciable weight of some conglomeratic, sandstone, tuffa, marl and clay strata, the presence of soluble rocks (salt), impose the releasing and unfolding of some active current geomorphologic processes, which sometimes are aggressive (table 1).

The oldest formations, represented by Palaeogene flysch deposits, are found at the contact between the Subcarpathians and the mountains, in the western sector of the Subcarpathian depression „Între Râmnic”. They are made of Eocene formations (gritstone flysch with schistous intercalations, clayey schists, gritstone-limestone flysch, marls and marnolimestones) and Oligocene (bituminous flysch, clayey schists, conglomerates, gritstones and gypsum). These are found in the Subcarpathian depression „Între Râmnic”, more exactly in the Bisoca Hill, Moldoveanu

brook, inferior sector of the Sărățelu brook, Plaiu Pleși and under the Eocene plate which extends in the Plaiul lui Cojan – Podul Mândru. The relief forms developed on these formations are dissolution forms, rockfalling, caves, suffusion valleys, avens etc. Towards east there are succeeding the inferior molasse deposits, which belong to the Miocene sedimentary cycle.

Aquitanian period is characterized by the salty breccia (block clays, gypsum, clayey schists) and salt, imposing specific pseudokarstic relief forms. The Palaeogene flysch deposits are strongly affected by landslides, especially where the gritstone bundles lay on marls, which constitute a sliding bed for the first (picture 1). At the gritstone walls basis, someplace risen vertically, taluses are extended.



Picture 1 Landslides in the Palaeogene flysch area, where Sărățelu creek leaves the mountains

Burdigallian, Badenian and Tortonian formations are disposed alternatively, in pleted strata, refounded in the Subcarpathian depression „Între Râmnic” and in the internal Subcarpathian hills. Main rocks are conglomerates, gritstones, clayey schists, tuffa, clayey marls and sandy marls and also the superior salt formation (Dl. Sării, Poiana Mărului). Most of them are modelled by mass displacing processes.

From the Cașin – Bisoca fault to the east there are developed the superior molasse formations, fallen in the Sarmatian – Pliocene sedimentary cycle. Most of them are modelled by subaerial agents. Thus, Sarmatian is made of gritstones with sarsen stones (Râmnic Valley downstream

of Jitia de Jos), low consolidated rough sands alternating with gritstone concretions and secondary clay and marl intercalations (picture 2).

The gritstone sands which alternate with clay and marl bundles are also Sarmatian, very liable to gravitational displacing (landsliding).

Meotian, Pannonian and Dacian sedimentary formations are made of gritstones, marly gritstones, oolitic gritstones, marls, sandy marls, sands, sands and clays, with a large spreading area (internal Subcarpathian hills on the eastern side, external Subcarpathian hills, intrahilly depression of Dumitreşti).



Picture 2 Sarmatian gritstones with sarsen stones in the right bank of Râmnicu Sărat brook, downstream Jitia de Jos village.

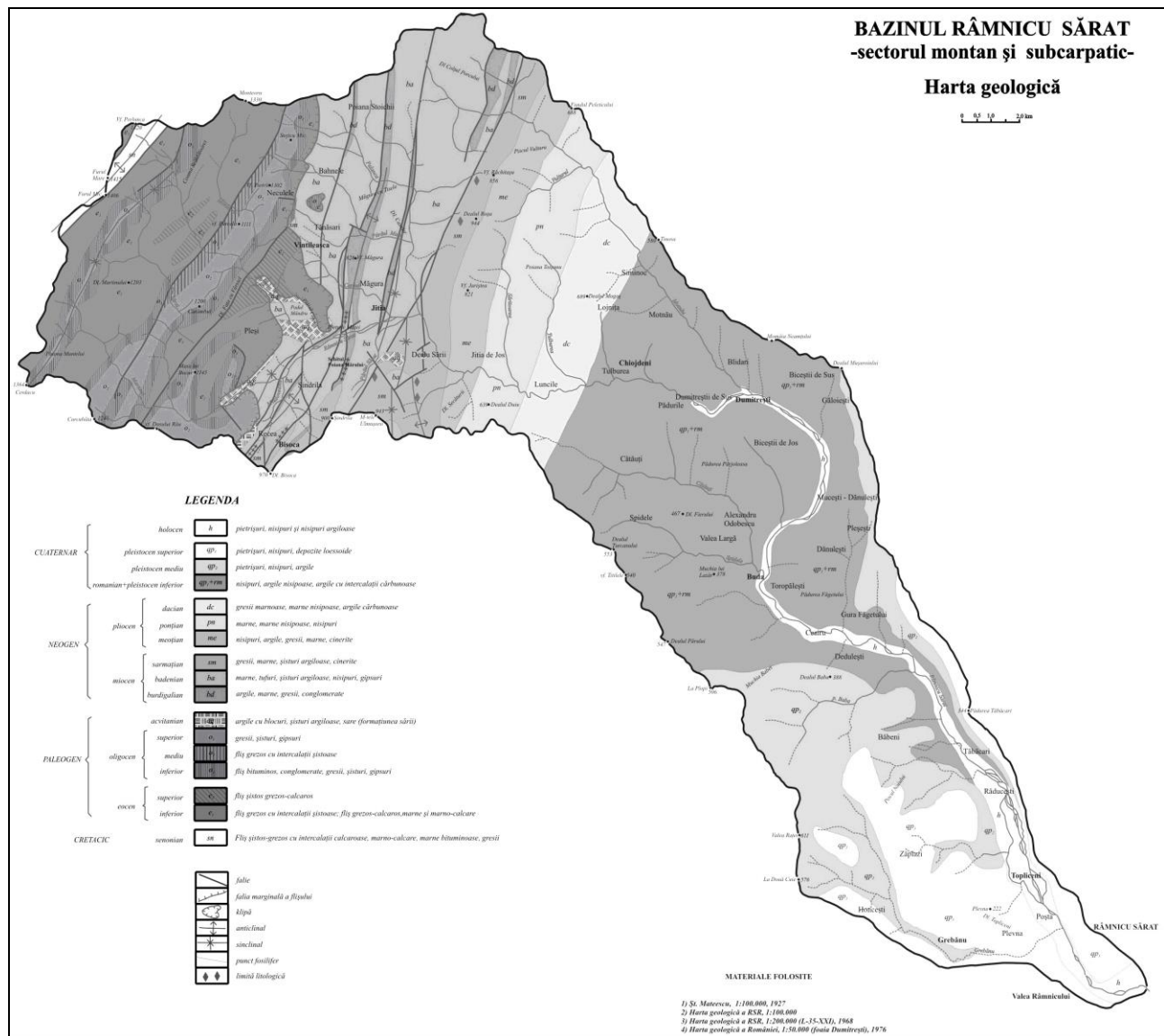
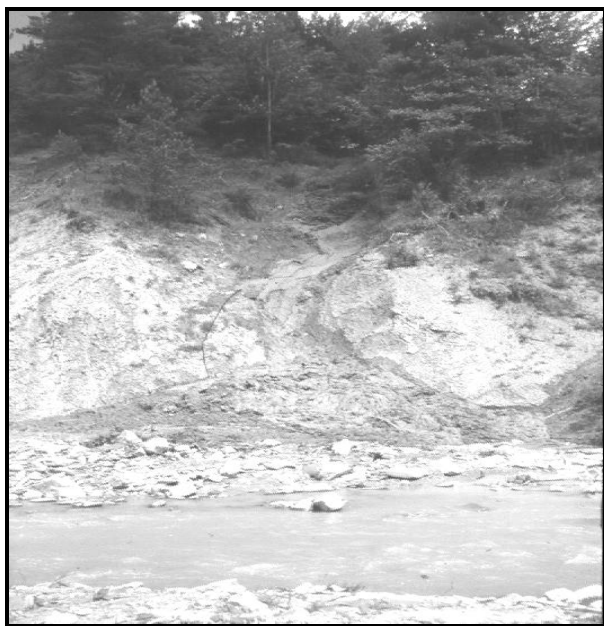


Fig. 1 Geological map of the mountainous and Subcarpathian sector of the Râmnicu Sărat basin

Romanian is represented in the Subcarpathian sector of the Râmnicu Sărat basin by a alluvial-deltaic deposits complex made of a succesion of fine yellow sands, some places with intercalations or red spots, clayey sands, sandy clays and grey marls, sometimes with thin intercalations of rough sands.

In a permanent sedimentation there follow similar deposits which belong to the Pleșcoi strata, which mark in this external Subcarpathian sector the basis of Villafranchian. There are rocks liable to raindrop impact, torrential erosion and landsliding. In the outcrop caused by the lateral erosion of Râmnicu Sărat brook and its main affluents there can be observed rockfalls and landslides at the banks basis. These Pleșoi strata mainly appear in the outcrops from Dumitrștii de Sus and Motnău villages, at the Motnău and Râmnicu Sărat confluence (picture 3).



Picture 3 Mudflow on Villafranchian deposits in the lower Motnău basin

Cândești strata were formed in the inferior Quaternary and they are made of an irregular alternation of clays and marls with sands and small gravel lenses. To the upper side sands prevail and the gravel intercalations have meters in weight. They can be observed clearly on the right side of Râmnic valley, downstream Dumitrștii, on the interfluvium which separates it of Călnău. Frătești strata are also inferior Quaternary, being mostly made of gravels and blocks with thin sandy and sandy clays intercalations, with a weight varying from

60-70 m in the left bank of Râmnic brook, downstream Mucești – Dămulești, to 100 m north to the Baba Hill, on the right bank of Râmnicu Sărat. These Cândești and Frătești formations are very liable to torrential action, with landsliding where clay intercalations appear.

Middle and Superior Pleistocene is exclusively represented by continental sedimentary deposits, especially loessoid deposits of 20 m thick in the eastern side of the piedmont glacis. On the interfluvium between Călnău and Râmnicu Sărat valleys, loessoid deposits are replaced by sandy – dusty clayey materials, with ferromanganese concretions. Superior Pleistocene is especially founded as accumulation on the superior, middle and inferior terraces, as loessoid or proluvial deposits. Proluvial accumulations are mainly made of gravels and blocks with sandy and clayey intercalations. Main processes that act upon these formations are torrential and surface rain washing.

As a conclusion, we can say that all this petrographic mosaic which is specific to the Subcarpathian sector of the Râmnicu Sărat basin determines a few lithological complexes essential to the relief modelling, as it follows (table 1):

- Salty breccia complex, which belongs to the Aquitanian and Burdigallian, has gritstone and limestone blocks, conglomerates, all being caught in a sandy-clayey matrix. Where salt and breccia appear up-to-surface, intense dissolving, subsiding and suffusion processes occur. Removing the salt and fine particles of salty breccia by rainwater or phreatic water dissolving causes the occurring of some specific pseudokarstic relief forms (dolinas, avens, whirlpools, underground channels, karren grikes a.s.).
- The complex of consolidated and partially consolidated gritstones and conglomerates, with a frequent alternative disposition. In the most cases gritstones are insufficiently consolidated, with a middle to high granulation, which makes it relatively sensitive to degradation and slopes modelled on these rocks being covered by altered sandy deposits, partially solidified. At the basis of granular mechanical weathered cliffs sometimes accumulate high quantities of fine materials.

Table no. 1

Morphodynamic potential of lithological facies in the Râmnicu Sărat Subcarpathian basin

Crt. No	Lithological facies	Physical-mechanical properties				Zone repartition	Liability to subaerial modelling	Land stability
		Cohesion	Permeability	Plasticity	Strength indicator			
1	Gritstone flysch, gritstone-limestone flysch, schistuous gritstone-limestone flysch,	high	low	-	half strong	in the mountainous sector and at the contact between the Subcarpathian depression „Între Râmnic” and the mountains	mechanical weathering, rockfalls and rolling, ravining	temperate to high stability
2	Thick gritstone banks, oolitic gritstones, conglomerates, breccia	high	low, temperate	-	half strong	in the mountainous sector, Subcarpathian depression „Între Râmnic”, internal Subcarpathian hills	mechanical weathering, rockfalls and rolling, chemical adulation, gully erosion	temperate to high stability
3	Gypsum, salt		temperate	-	temperate, strong	in the Subcarpathian depression „Între Râmnic”, internal Subcarpathian hills	chemical adulation, dissolution, suffusion	low to temperate stability
4	Dacitic tuffa, marly limestone, bituminous flysch, clayey schists	temperate high	low, temperate	-	half strong, strong	in the mountainous sector, Subcarpathian depression „Între Râmnic”, internal Subcarpathian hills	chemical adulation, mechanical weathering, rockfalls, landslides, gully erosion	low to temperate stability
5	Marls, clays, clays that contain powder of coal, sandy marls	temperate	low	high	soft	on large areas in the Subcarpathian sector of Râmnicu Sărat basin	landslides, mudflows, ravining	low and very low stability
6	Clays, loessoid deposits	low to temperate	temperate	temperate	soft	in the external Subcarpathian hills and Subcarpathian glacis	landslides, rockfalls, gully erosion	low stability
7	Clayey sands, sands	low	temperate to high	low	soft, very soft	in the external Subcarpathian hills, internal depression Dumitrești, Subcarpathian glacis	landslides, raindrop erosion, ravining, gully erosion	low to temperate stability
8	Insufficiently consolidated gravels, blocks	low	very high	-	low	on a few terrace bridges, alluvial and torrential cones	gully erosion, raindrop erosion	temperate to high stability

- The complex of gritstones with clays and marls intercalations, very often met in the Miocene sector of the Râmnic Subcarpathian sector, makes that differential erosion emphasizes structural relief forms. This alternation often determines the sliding of gritstone bundles over the clayey or marly bed.
- The complex of clays and marls that especially characterizes depression areas generally imposes a gravitational modelling. Surface deposits, mostly clayey, present high thicks, covering almost entirely or even the entire slopes.
- The complex of Căndești and Frătești gravels provides by a strongly deep cut relief with many ravines that have a large cross profile, large torrential valleys, some of them being drowned into their own materials. These gravels are made of very roll pieces of Cretaceous and Palaeogene gritstones from the flysch area, crystalline and amorphous limestones, granite etc., bounded with a clayey-sandy cement. They often contain a rough sandy lenses and to the basis are frequent clayey and clayey-sandy intercalations.
- Alluvial deposits of the main valleys beds and those from the terrace bridges, with varied thicks and granulometric contents, specific to the colluvial-proluvial deposits.

After presenting the stratigraphic, physical-mechanical and chemical particularities of the sedimentary deposits with very varied ages and facies, there results their liability to releasing current geomorphologic processes, but especially to landsliding.

Structure is another conditional geological factor which primarily sets the type of geomorphologic process that models the relief. The Curvature Subcarpathians have the most complex structural evolution, differenced on compartments (fig. 2).

Between Trotuș and Călnău rivers has been felt the collision of the Subcarpathian area with the proper Carpathian orogen, tectonical movements causing an early emergence (Pliocene), but also a tight, faulted, dislocated and drifted folds structure, like the mountainous

one. In the central and external side, structural characteristics are determined by Quaternary neotectonical movements, which have caused the forming of a monoclinial structure relief with different inclination of strata from a sector to another.

Cuestas, hog-backs and structural valleys are specific, as structural relief forms. In the mountainous sector of Râmnicu Sărat basin can be remarked the drifted, pleated structure of the Palaeogene flysch, marked by a few alignments. All this anticlines and syncline succession stands out by the parallel dispose on the general direction NNE – SSW.

There can be noticed the successive alignments of anticline summits (Dealul Urzicăriei – M. Mălușel, Puntea Martinului – Dl. Poienei, Monteoru – Dealul Fața with Vârstel – Masa lui Bucur), arranged from west to east, with well forested slopes, which blocks in a large measure the action of current geomorphologic processes. Among these, two chains of summits develop on some sinclines axes (Coama Scăldătoarei – Dl. Martinului and Dealul with Cătina – Coama Purcelu – Fața Lungă). All these parallel summits are cross cut by Râmnicu Sărat and its affluents which rise from the mountain (Monteoru, Fur and Sărățelu, Martin).

In the Subcarpathian depression „Între Râmnic” the relief is closely bounded with the pleated structure, the valleys which cross perpendicularly or diagonally the axes of scaled folds, presenting a succession of large and narrow sectors which could hardly be noted.

The central summit that unfolds from north-north-east to south-south-west (Măgura with Tisele – Măgura Summit – Dl. Toporașul – Dl. Șindrila) is developed on an anticline axis, being limited to the south of Râmnicu Sărat river by two syncline summits, Moldoveanu to the west and Dealul Vacii Rele to the east. Here in this depression sector also can be noticed Râmnicelu valley, an affluent of Râmnicu Sărat, which unfolds almost on its entire length on a syncline axis. In all these alignments developed on pleated structure, an important role in slope modelling has had the alternation of soft strata with the tough ones which gave a typical relief (picture 4).

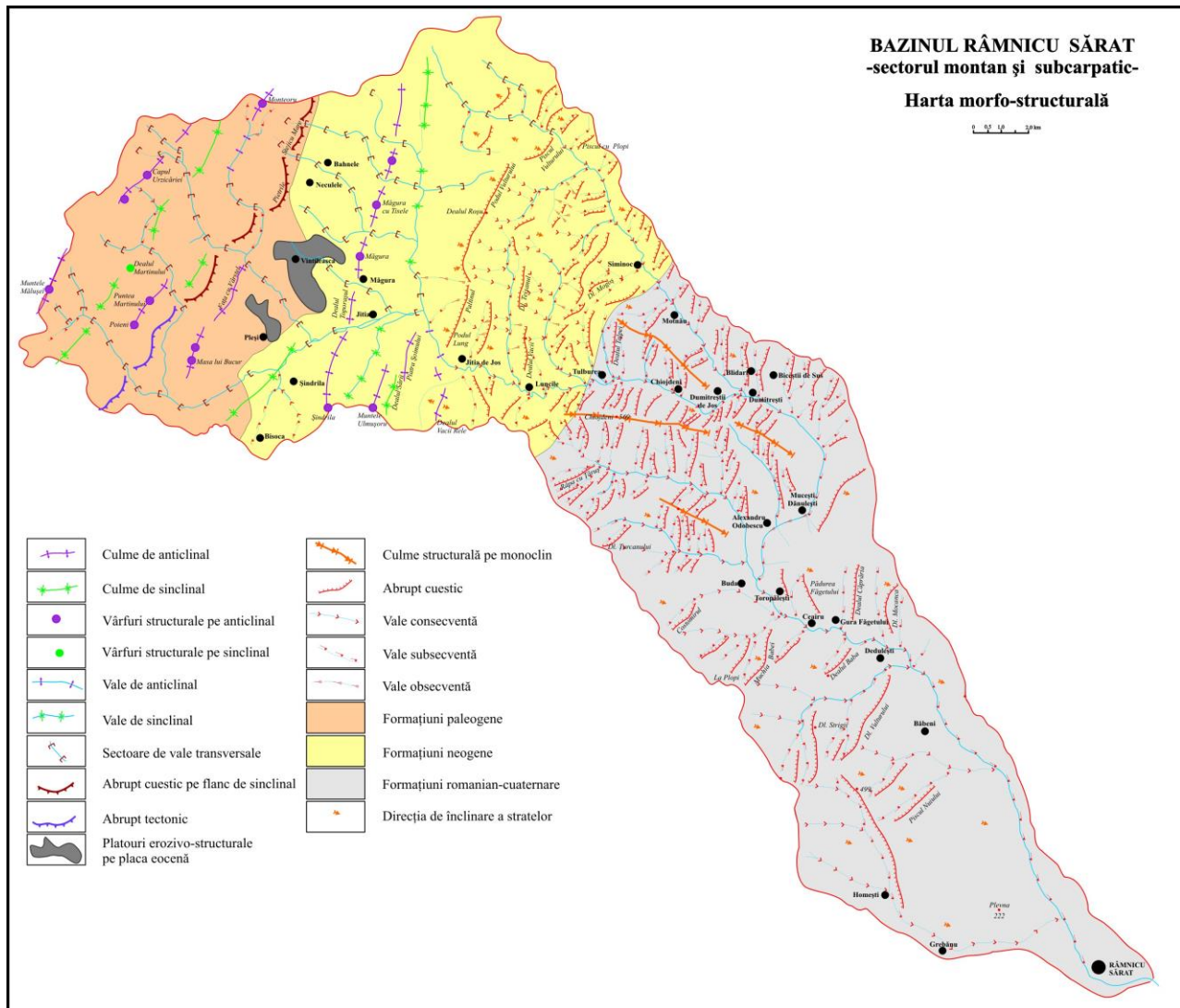
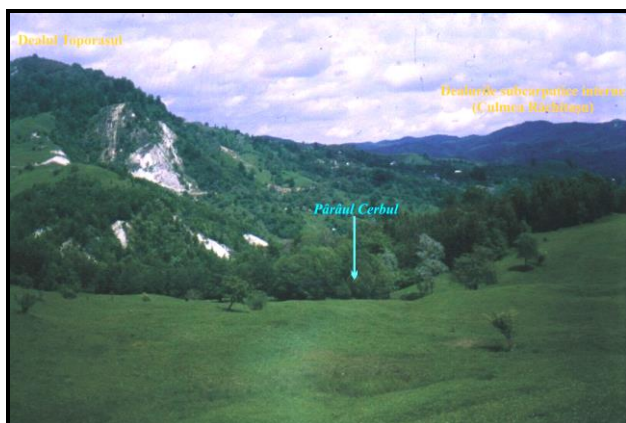


Fig. 2 Morphostructural map of the mountainous and Subcarpathian sector of the Râmnicu Sărat basin



Picture 4 Dealul Toporașul, developed on an anticline axis, with tough gritstone strata alternating with gypsum and tuffa strata

In the monoclinial sector, the hydrographic network has evolved directly connected with the inclination direction of strata and their

alternation, giving typical relief forms for this type of structure (cuestas, hogbacks, structural valleys). Modelling of internal Subcarpathian hills, of internal depression of Dumitrești, of external Subcarpathian valleys and Subcarpathian glacis had given a plenty of cuestas, most of them orientated either the front to west-north-west and to west, at the basis of which are unfolded lop-sided, subsequent valleys.

Directioning of valleys comparing to the structure and morphological components of cuesta (its front and its back) causes a few aspects which spotlight their evolving tendencies. The cuesta fronts are characterized by a special morphodynamics, given both by the 15° , mostly over 30° inclined slopes (especially in the Motnău, Cătăuți and Spidele

valleys) and the lithological variety, the alternation of rock strata with different behaviour to the action of subaerial modelling agents (picture 5).



Picture 5 **Flowing landslide adapted to the monoclinial structure of Motnău basin**

The cuesta front is modelled by a series of obsequent valleys which strongly break it up, a new generation of inferior valleys (level 1, 2). Three main categories are distinguished:

- Ravines and sliding valleys that affect the cuesta front, with a very active dynamics which determine a continuous withdrawing tendency of the front.
- Small torrential valleys with a strong regressive evolution, which had generated an obvious break of the cuesta fronts.
- Big torrential valleys, whose banks had withdrawn by landsliding, enlarging them and which, by regressive erosion, had broken up the cuesta fronts.

Along with these torrential valleys, cuesta fronts are also being modelled by obsequent, deep and rotational landslides.

The backs of cuestas, characterized by low inclination slopes, generally under $13-20^\circ$, stand out by a less active dynamics comparing to the cuesta fronts. Although, there where under the hills marly and clayey strata occur, landslides release in consequent, shallow or half deep forms which could affect a large area of the slope surface (Motnău Valley, Cătăuți, Spidele etc.).

In conclusion, there might be said that the structural disposure (pleated Palaeogene formations in the western side of the basin, Mio-Pliocene molasse formation differently broken up: by pleating to the west of Cașin-Bisoca fault and by imposing a monoclinial structure to east as a consequence of neotectonical rising) has a basis role in the unfolding mode and intensity of current geomorphological processes.

Shallow deposits have a similar role (equally important) in the current modelling relief. They have weight between 0,3 m and 3-5 m, covering almost all the slope sections of the Subcarpathian sector of Râmnicu Sărat basin (excepting a few petrographic and structural steeps), terrace bridges and interfluves. On this type of deposits stand out, depending on some physical characteristics (granulometric composure, permeability, plasticity and cohesion) a gradually process passing, from shallow landslides and plastic mudflows to ravining, in the context of sandy formation prevailing. According as the lithological disparity of the shallow deposits grows, also grows their landsliding potential. Unconsolidated or insufficiently consolidated shallow deposits, generated by adulteration – mechanical weathering (staying on or reshuffled) or by partial displacement of the basis rock, reflect by genesis, structure, thickness and position the complexity of the action generated with different intensity upon the relief by the subaerial modelling agents.

Their thickness on slopes, summits and terrace bridges is considered to be till the depth that rock in situ attains and on the bottom of valleys till the first major genetic discontinuity of the deposits (Grecu, Demeter, 1997).

Main genetic types are: eluvia, deluvia, alluvia and colluvia, but there still exist – in the Râmnicu Sărat basin (mountainous and Subcarpathian sector) - a large number of varieties resulted from the combined action of the agents or from the diversity of moulding conditions.

Eluvia make a continuous cover – most of cases – of primary adulteration deposits almost on every interfluve, either from the mountainous area or the Subcarpathian one,

having less than 3 meters' thickness. In the mountainous area, on the larger summits of Mount Furu, Capul Urzicăriei, Prelunca, La Steghie etc. can be identified clayey-sandy deposits which might be periglacial. They are made of yellow sandy clays or dusty-sandy clays with variable thickness, less than 3-4 meters. Rough accumulation is almost missing.

In the Subcarpathian sector of Râmnicu Sărat basin eluvia are mostly made of unconsolidated or insufficiently consolidated formations, their thickness being most identical with the ... (solificare) stratum. On some clayey-marly interfluves (Dl. Secăturii, Fața Poienii, Dl. Teișanu, Dl. Talpei, Dl. Fierului, Muchia lui Lazăr) eluvia with a loessoid clays character and less than 3 meters' thickness have been formed. On the inferior, middle and superior terraces bridges occur loessoid deposits of 3-5 meters' thickness (picture 6).



Picture 6 Loessoid deposits over 5 meters' thickness in the sector of Subcarpathian piedmont glacis

Presence of these loessoid deposits on the terrace bridges of Râmnicu Sărat and even on a few interfluves of the Subcarpathian piedmont glacis is bound with adulteration processes, deluvial-proluvial processes and fluvial processes (Bucur, Barbu, 1956; Donisă, 1968).

Texturally, there can be noticed differences between the deposits from the superior terrace bridges (low sandy clays) and the inferior ones (clayey-loamy) and also between the terrace deposits and those from the interfluvial bridges (mostly clayey-loamy). Rough elements (1-3 mm diameter) are frequent at the basis of the deposits from inferior terraces (Posea, Popescu, Ielenicz, 1974). All these loessoid deposits are dating from superior Pleistocene.

Deluvia have an almost continuous spreading on the middle and inferior side of all slopes

which have less than 40° inclination from the mountainous and Subcarpathian sector, most of them dating from the superior Pleistocene and inferior Holocene.

Deluvia mean adulterated materials accumulated on the superior side of the slope, from where they slid and remained on it. They are allochthonous materials, generally having a structure and compenence different from the rock they lay on.

Deluvial slopes include the superior alluvial zone which feeds the middle and inferior side of the slope in the colluvial accumulation area (Martiniuc, 1954). Where slope prophile is complex (a frequent phenomenon in the Subcarpathian sector of Râmnicu Sărat basin) deluvia are ranged in tiers, alternating with terrace accumulation or colluvial deposits (picture 7). Most representative deluvia in the studied area are the sliding deluvia.



Picture 7 Right slope of the Râmnicu Sărat River, where deluvia alternate with terrace accumulation, downstream Jitia de Jos village

In the mountainous area of the Râmnicu Sărat basin, on the slopes with less than 1200-1400 meters high slide rocks have been formed (spare deluvia), which now are being in a high adulteration condition, being frequently covered by a thin soil stratum, and mixed deluvia (rough fractions caught in a clayey or clayey-sandy matrix). These are liable to the creep process, having a 1-2 cm/year displacement on the forested slopes over 15° inclination. Their thickness reaches 10-15 meters, but it generally don't pass over 5 meters.

In the Subcarpathian area fine deluvia prevail, sandy and loam-sandy, relatively with homogeneous granulation, sparse material having a low weight or missing completely.

Delimitation from the in situ rock is difficult in many cases, especially because of the fact that, along with deluvia, rock bundles are caught in the sliding process, without stratigraphical relation suffer any changes.

Colluvia occur most of the cases as transition deposits, accumulated at the slope or terrace fronts' basis, often forming glacis. Colluvia are gravitational, subaerial materials, generally formed in the periglacial environment in the superior Pleistocene, although they were strongly transformed in the Holocene, their thickness varying from a few centimeters to a few meters. Colluvial surfaces slope is smooth, decreasing to basis, specific to the colluvial glacis. Although they reach in a relatively short time their equilibrium profile, colluvial deposits register a high dynamics as a consequence of the fact that they stand at the collision between slope modelling processes with holms and terraces modelling ones. Colluvia don't have a clear sedimentary structure, but a discontinuous, rough stratification, with a mostly fine and polygenetic matrix (elements proceed from the middle and upper sided strata). In the Subcarpathian and mountainous sector of the Râmnicu Sărat hydrographic basin, colluvia have different disposition, thickness and structure. Thus, colluvia from along the valley sectors of Râmnicu Sărat, Martinu, Furu and Monteoru rivers aren't spread on large areas, but it can be noticed in their structure a specific bedding caused by the alternation between macrofrost-shattering and microfrost-shattering. In some cases, they are generated by the long run succession of soil running processes with the diffuse drainage. In the Subcarpathian sector colluvia cover large surfaces in the „Între Râmnice” Subcarpathian depression and Dumitrești internal depression, meaning in the areas where slope processes and relative

stability of the surfaces with less than 150 inclination have caused fine, clayey-sandy accumulation of less than 10 meters' thickness. Sometimes, although, they contain a quite high percent of rough fractions as they mix with proluvial and alluvial deposits.

Alluvia form the holms and terraces of Râmnicu Sărat River and its affluents, no matter which size they have (picture 8).



Picture 8 Alluvia in the holm of Râmnicu Sărat River, at Luncile village

In the mountainous sector, alluvial beds of Râmnicu Sărat, Martinu, Furu and Monteoru are mostly made of gravels and blocks. In the Subcarpathian sector, along with rolled gravels and blocks, occur alluvial finer and mobile deposits. In this sector, largely, holm and terrace alluvia have a prevalent fine, sandy and clayey-sandy facies, but in change, in the minor bed alluvia have a heterogeneous structure, with a high imbricate character. Terrace alluvium are covered in many cases by loessoid deposits with centimeters to meters' thickness.

In conclusion, it might be said that shallow deposits, no matter what nature, position or granulometric character they have, represent an essential conditional factor in growing, deep and intensity (in a less measure) of the current geomorphological processes, which in most of cases replace these shallow deposits.

REFERENCES

- BADEA L., BALTEANU D. (1982), *La mobilité tectonique et les processus géomorphologiques actuels des Subcarpathes de la Roumanie*, Cuad. investig. geogr., **VIII**, 1-2, Longrono.
- BALTEANU D., BADEA L., DINU MIHAELA, CIOACA S., SANDU MARIA, CONSTANTIN MIHAELA (1994), *Geomorphological hazards in the Romanian Subcarpathians*, Institutul de Geografie, București.
- BALTEANU D., DINU MIHAELA, CIOACA A. (1989), *Hărțile de risc geomorfologic (Exemplificări din Subcarpați și Podișul Getic)*, SCGGG, Geogr., **XXXVI**, București.
- BALTEANU D., CIOACA A. (1997), *Mobilitatea reliefului și sistematizarea teritoriului în Subcarpații Vrancei*, Strategii și tipuri de acțiune socială în dezvoltarea sistemelor de localități rurale, Centrul de Multiplicare al Universității București.
- BĂLTEANU D., CIOACĂ A., DINU MIHAELA, SANDU MARIA (1996), „Some case studies of the Geomorphological risk in the Curvature Carpathians and Subcarpathians, RRG, 40, București.
- DINU MIHAELA, CIOACĂ A. (1999), *Recent evolution of slope processes in the subcarpathian sector of the Râmnicu Sărat valley, impact on settlements and landuse*, Com. geogr., Univ. Buc., **III**, Ed. Univ. București.
- DINU MIHAELA, CIOACĂ A. (1997), *Morfotectonica Subcarpaților Vâlcii și Vrancei*, Lucrările Seminarului Geografic „D. Cantemir”, 7, Iași.
- ENE M. (2002), *The relief's dynamic variety in the „Între Râmnice” Subcarpathian Depression*, Rev. de Geomorfologie, 3, București.
- GRECU FLORINA, DEMETER T. (1997), *Geografia depozitelor superficiale*, Editura Universității din București.
- GRUMĂZESCU H. (1973), *Subcarpații dintre Călnău și Șușița. Studiu geomorfologic*, Editura Academiei, București.
- MATEESCU ȘT. (1916), *Comunicarea preliminară asupra geologiei regiunii colinelor subcarpatice din districtul Râmnicu Sărat*, Dd S IG, **VII** (1915-1916), București.
- MATEESCU ȘT. (1927), *Cercetări geologice în partea externă a curburii sud-estice a Carpaților României*, An. Instit. Geol. Rom., **XII**.

University of Bucharest, Faculty of Geography
Department of Geomorphology and Pedology

Data collection and analysis for the GIS large scale geomorphic hazard and risk mapping in mountain towns and resorts.

A case study in Predeal town, Curvature Carpathians

Bogdan MIHAI, Ionuț SĂVULESCU

Key words: data acquisition, data validation, Predeal, landslides, probability model, urban area development.

The paper proposes a specific data structure of a GIS application for hazard and risk mapping in an urban area. Predeal town was selected to implement it because of its dynamic evolution during the last decade. This includes new spatial queries possibilities like the geomorphic risk and hazard visualization, mapping, analysis and management. The subsequent data comes from a GIS analysis of the landsliding hazard which used the Dempster-Shaefer probability model. Field mapping was essential for the permanent data validation before the database implementation. All the urban area features (building, streets and all other networks) could be queried together with the geomorphic hazard data. This tool will be easy to be applied in the framework of the local administration activities regarding the urban sustainable development.

1. Introduction

This application main goal is to find a solution for solving an important problem for a lot of settlements in the Romanian Carpathians, the geomorphic risk. Data is essential for this approach and our paper focuses on this issue. The problem is really difficult because this data is available mainly in paper format, it is quite old and not valid every time (this is a source for errors). Similar approaches in the international literature focuses on different featured mountain areas and (Schick et al, 1999 in Israel, Edbrooke et al., 2003, in New Zealand, Gornitz et al., 2002 in New York City area, Giumaraes et al., 2003 in Brazil's Rio de Janeiro area, Moon, Blackstock, 2004 in New Zealand, Pasuto, Soldati, 2004, in the Italian Alps, Pyykonen, 2001, Lundkvist, 2005, in Sweden and Norway etc.).

2. The study area

Predeal town and mountain resort is the highest urban settlement in the Romanian Carpathians, situated in the Predeal Pass (saddle) and in the spring area of Prahova and Timis rivers

(950-1160 m a.s.l.), on the main transcarpathian road and railway between Bucharest and Transylvania (main, double and electrified railroad, the E 60 highway). During the last decade, this small town having about 5700 inhabitants (2002) and more than 3500 tourist accommodation capacity, showed a real imobiliary boom. On a small built-up area of about 9.3 sqm, the population density is higher than 600 inhabitants sqm. The subsequent building density increased from about 30 to 44 houses sqm, between 1992 and 2002, according to the census data.

This small but important town developed in an active watershed area, and along the Prahova River in an upstanding small basin area, on three erosion glaci-slope levels (Mac, Rapeanu, 1995). Old researches (Vâlsan, 1939, Velcea, 1965, Orghidan, 1969 and other) confirm a very complex underground and surface drainage and a big number of springs on the neighboring slopes developed in Lower Cretaceous flysch (mainly marl-limestones, and marl-sandstones). This is a tectonic contact area along an important thrust line between two nappes of the Eastern Carpathians.

Since 1918, when Predeal turned from a border crossing settlement and custom point to

a small but picturesque town and resort (Tacu, 1927), a lot of engineering works appeared. The swamp and the lake which was the first spring of the Prahova River were drained and a lot of springs and gullies were captured and afforested. Along the railroad (built in 1879, doubled in the 30s, electrified in 1965) an anthropogenic system of drainage pits and canals transformed and replaced the swamps' humid geotope. This flat area became a rather anthropogenic local base level of erosion.

Recent researches (Oprea, Mihai, 2000) confirmed the same trend of evolution for the Prahova-Timis watershed. Timiș tributaries still develop their catchments to the northern half of the Predeal town urban area. Digital modeling of the stream frequency in this area (B. Mihai, 2005) showed average values of less than 30 m for the central and the southern Predeal town built-up area.

We validated this value using a GPS receiver and superposing points on small streams on the topographic plan (scale 1: 5000). Most of these gullies inside the built-up areas disappeared during the last 50 years after the reforestation in the northeastern districts and mostly in Valea Porcului catchments which is a tributary of the Timis River.

A topic which was no longer analyzed in the literature is the landslide occurrence in Predeal area. Geologic maps at 1: 50000 confirm but they did not map exactly the slid areas. There are old landslide bodies covering about the entire slope. Superficial landslidings occurs on a lot of the deforested slopes where pastures developed before the development of the settlement after the Royal House of Romania cadastre plans were put into practice (Tacu, 1927). M. Ielenicz (1982) and later B. Mihai (2005) described and mapped these landslides (and solifluctions) at different scales, using classical and the GIS methods.

Recent landslides started after aggressive rainfalls in the summers of 2004 and 2005, in newly built areas of villas and small hotels. Clear cutting of old trees on dormant landslides for housing ground extension created in summer-autumn 2005 a huge problem for locals and investors. They have lost a part of their grounds and the building activity ceased. The Bucharest-Brasov motorway project will affect

the southern Predeal town area, where we discovered a good potential for landslidings. Local authorities are now in a big dilemma. There is a big imobiliary pressure on the existing grounds and big, 4-5 floored houses, appeared on ground superposed on the landsliding bodies.

3. Method and materials

The GIS application we propose integrates a big amount of geographical information, which focuses on the urban area features and in the same time on the geomorphic hazards and the risk information is the result.

The elevation data were obtained after the geocorection of the existing topographic maps (1:5000) and from the urban master plan of Predeal (1:5000). The main problem was to obtain a reliable model at a 5 m resolution, for a better visualization of the geomorphic features. We considered it as a key feature for the hazard digital modeling and this is the reason of merging two sources of contour lines (5 m distance between contours for the topographic maps, and 2 m for the urban master plan). Validation was done through a GPS survey of some landslide features like ridges superposed on an ortophotography in a 3D display of the model.

Lithology was derived from the 1:50000 geologic maps, together with detailed geotechnical maps (1:2500), available for some built-up areas. Using control points surveyed on different rock outcrops it was possible to validate this data for the analysis.

Superficial deposits and the soil cover were mapped on the base of the lithological and geotechnical data available as well as through pedological sounding on soil and rock outcrops (1-3 m deep) together with a GPS survey of the sounding points. Validation was done after the topological transformation of the layer, through the overlay visual examination.

The landslide bodies were mapped first after their conversion to vector format of the subsequent data from the master plan maps (1:5000). Another data source was the geotechnical documentation of some districts, but these maps covered only a half of the built-

up area with problems like the landslidings. Validation followed with a complete updating of these areas through a GPS survey. Finally all the landslide occurrences were recognized in field, and redrawn according to the field situation. It was possible to discover and map new landsliding areas and the slope susceptibility to landslidings was confirmed (8 bodies on less than 10 km²).

Torrents and gullies were mapped using the topographic maps at 1: 5000, in order to generate a morphodynamic map of the area. Most of the former gullies and torrential channels are today inactive or active only during the short duration summer torrential rainfalls. Forests and dense grasslands covers almost all these catchments, except the northern limit of the urban area of Predeal, where gullies develops because of the Timis low local base of erosion situated at about 850 m (the town is higher than 1030 m). Validation was done through a GPS survey of the channels observed on the maps.

Street network changed together with the built up area during the last decade. The main problem was the lack of updating of the topographic maps and even of the urban master plan. Since 2001-2002 more than 50 houses were built and new streets developed. These are elements of urban vulnerability to geomorphic hazards and must be mapped exactly. A GPS survey was done in order to create new polygons within the street network layer. Field photos of each building completed the survey. Attributes concerns the features of streets (dimensions, degree of modernization). Street names were entered as attributes, through the conversion of the street axles into lines (vectors). Other attributes were the level of modernization or the degradation of every street.

Urban utilities networks (electricity, gas, water pipes, sewage, and cable for communication) are also vulnerability features. These were extracted from a special map of the master plan (1:5000) and checked through overlay with the topographic plan and the aerial photographs (ca.1:10000). These represents the situation in 2002, which was updated as possible through a GPS survey, like in the case of the water supply

network which enlarged together with the new vacation houses and hotels.

The electrified railway from Bucharest to Braşov is the axis of the Predeal urban area. This was mapped without problems from the new master plan (2002) and validated through aerial photo interpretation and field check along the rails.

The Predeal's built-up area was the most complex layer from the point of view of data acquisition and validation. This was generated after updating the existing maps. The Predeal town master plan showed in 2002 the situation of the 80s and this meant a big need of renewing this data. Aerial photo interpretation of older photos was not useful and the satellite Landsat scenes since 2002 were not useful in terms of their medium resolution (14.25 m, after the image sharpening procedure). The scale (1:5000) made necessary a new approach in the digital layer generation. Every house was mapped in terms of position, shape, size (floors), destination and age (decade of building, mainly). This mission covered all the town area (from the master plan) and GPS survey was used to put on the map each building and related feature. Digital photographs were used to check the field situation within the data digital conversion process. Validation was done later on with the help of aerial photos and fieldwork digital photos, using the reference of the street network. This layer was modeled using the virtual reality techniques and checked with the field reality (fig. 1).

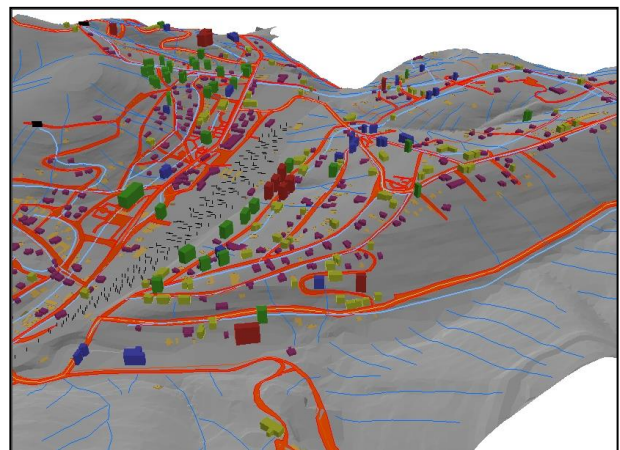


Fig. 1 Predeal town. The Cioplea district (from south) in a 3D virtual reality scene

Land cover and the urban structures defines the effective land use in the urban area and influence the hazards occurrence. The local urban laws defined more than 20 classes within the master plan (1:5000) and these were converted into the digital format. Field survey and digital photography helped the validation process of this data volume.

Engineering works were mapped in order to be easily correlated to the hazard-prone areas. These are constructions of different typology like bridges, walls, small channel dams, drainage canals and pits for roads and railroad, embankments for railroad or roads etc. Their attributes relates mainly to the degree of preservation or degradation. This is the reason to introduce special signs (point topology) representing this feature.

4. Results

A geomorphic hazard susceptibility layer (Fernandez et al., 2003) is the result of a separate GIS analysis. The main problem in this respect was to find an objective method to generate a raster model of the land susceptible to landslidings. This includes all the slides, from the most superficial to the deepest, because all of them can affect the built up area and the urban infrastructure. Our research focused on finding a more objective approach in order to replace the empirical method which considered all the layers (models of the morphodynamic control factors) to have the same weight (B. Mihai, 2005).

A probability model approach could be more expressive because it considers the raster layers (morphodynamic control factors) to have different weights. The Bayesian model was used in our literature (Armas et al., 2004) for the landslide hazard assessment in the Subcarpathian Prahova valley area, with good results. In our case study, the main hazard triggering elements are the landslidings on the built-up area slopes and on the floor of the neighboring slopes. Our option was for the Dempster-Shaefer probability model. The landslide hazard maps in this flysch area, superposing on an important tectonic border,

was obtained on the basis of a 5 m resolution Digital Elevation Model.

Using the IDRISI' s Kilimanjaro geostatistic analysis package we tried first to obtain for all the landslidings areas the degree of significance of each morphodynamic factor like the slope gradient, the rock type, the superficial deposits and the land cover. These factors have a different weight of evidence within the analysis (their sum is of 1.0 per pixel considered). For each of the factors considered as relevant for the landslide morphodynamics, we obtained four cartograms (fig. 2). Unfortunately it was not possible to obtain all the data layers, like for example the underground drainage. In this flysch area it has no continuity and springs appear almost everywhere on the slopes and to the slope toes. Valsan (1939) discovered this complex feature of the drainage in the neighboring area of the Prahova River springs (the big spring's density). This is a real problem for the urban development, partly solved by the drainage stream engineering works (Velcea, 1965).

Lithology (fig. 2a) has a maximum degree of significance of more than 0.45. All slopes are theoretically potential areas for landslidings, because the rocks are represented by flysch (marls-limestones and marls-sandstones). This layer can be more relevant together with that of superficial deposits.

Superficial deposits (fig. 2b) have a degree higher than 0.60, the biggest values featuring mainly the glaciis-slopes, which are covered by fine clayey materials of more than 1.5-2 m thick (along the main valley of Prahova River).

Slope gradient (fig. 2c), derived from the elevation data, has maximum degrees of significance between 0.61-0.65, corresponding to more than 70% of the Predeal's town built-up area (almost all the slopes are favorable for slides).

The land cover features (fig. 2d) have a degree between 0.47-0.5; on more the biggest part of the built-up area. Afforested area has a low consistency within the built-up area. Only the stream thalweg of Valea Porcului has the lowest degree (0-0.1).

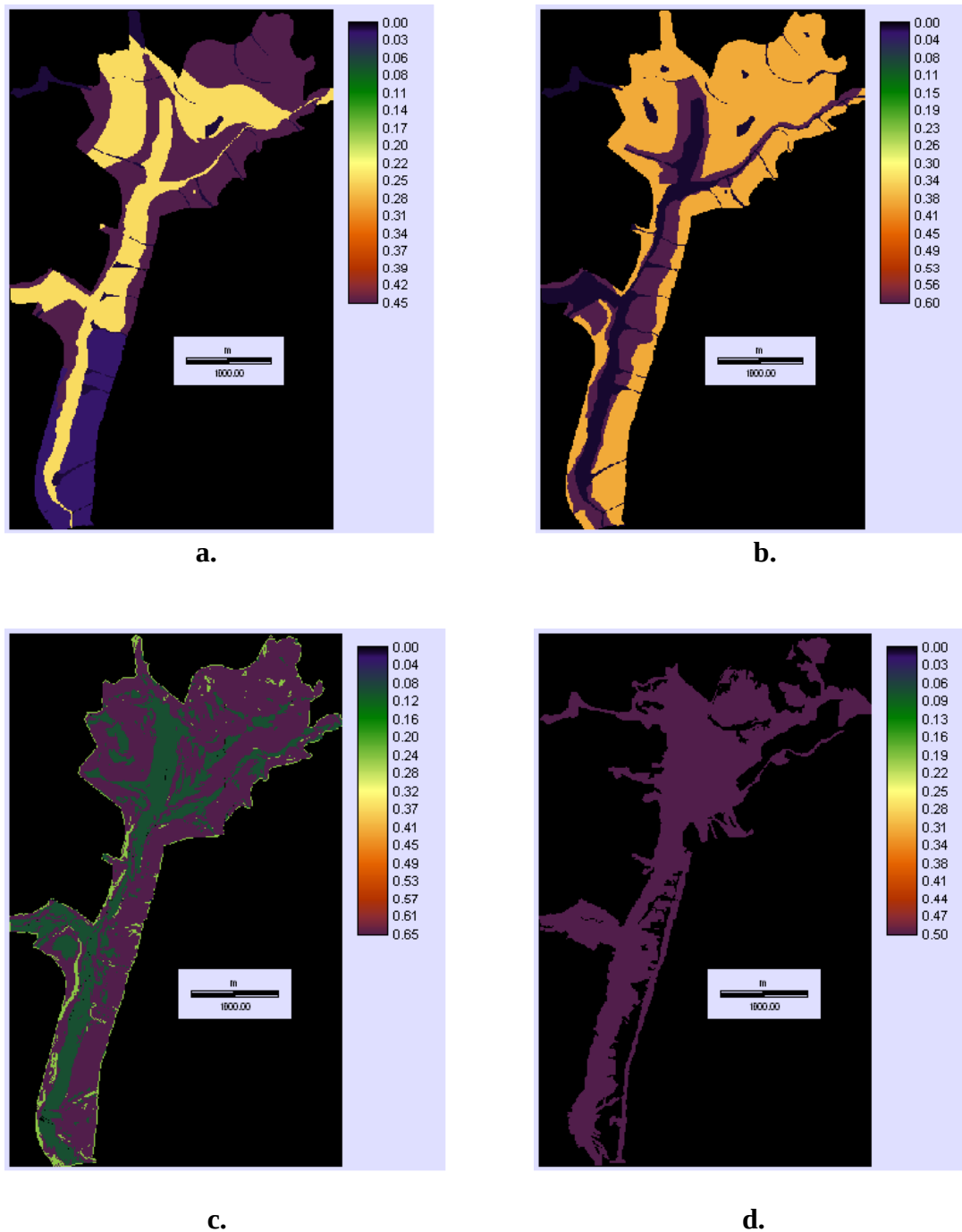


Fig. 2 The differenced weights cartograms as resulted from the Dempster-Shaefer model development for the landslide bodies in Predeal town built-up area

a. lithology, b. superficial deposits, c. slope gradient, d. land cover

These gave the possibility for a selective and more objective data reclassification. The results of this operation were layers of different importance (“weight of evidence”) to be introduced in an algebraic formula in order to generate the landslide hazard map for the entire township (fig. 3). According to different authors

(Vames, 1984, Panizza, Piacente, 1993, Alcantara-Ayala, 2002, Lundkvist, 2005 etc.) the geomorphic risk is the result of the interference between the geomorphic hazard and the vulnerability. A simple query (data overlay) allows everyone to evaluate the risk for a house or another urban landscape element.

5. Discussions

The large volume of digital data, made their acquisition process more and more difficult. This was the most time consuming stage. The existing information was only in analogic format, on paper and their digital conversion took a lot of time. Errors of geometric correction appeared easily in case of some second-hand origin sources of information. For example topographic maps 1:5000 were of good quality because of their original format, obtained through the manual stereo restitution process, since the 70s. This is the source of smaller errors, of less than 4 m in the ground, as we evaluated for some Ground Control Points. The main problem is related to the urban master plan 1:5000 scale whose background is a cadastre map at the same scale. In this case errors varied from 4 to 6 m as we obtained from GCP field control. Aerial photos were used only for information validation, with the limit of their time. Some of them were orthorectified easily using their data and our 5 m DEM (for example the northern Predeal landsliding area, in figure 4).

Another important source of errors is the GPS surveying. Field survey used a portable receiver with the accuracy of about 4 meters. This could influence the data's geometric features at larger scales than 1: 5000. Our interest is to use rather this method than the total station because of the huge volume of information like new houses, streets, landslides features and other. This was a time consuming work also because it was necessary to wait for a better signal quality, after a precise calibration on the topographic plan height points. The main errors were on the z axis (vertical) which put problems mainly in landslide occurrence area mapping.

6. Conclusions

Our project tries to bring to local authorities a performant tool for the urban area management. This is not a simple GIS data collection, where houses, urban networks and cadastre data can be queried. This focuses on geomorphic hazard and vulnerability assessment for each building and urban network, in the town area and might help the decision making process for this urban area sustainable development.

Mapping started from detailed topographic and thematic data at 1: 5000 and 1: 2500 scales (topographic maps, geotechnical maps, urban planning cartographic documents etc.). Data validation in field was done using GPS surveying during summer and winter.

The small urban area of Predeal contains eight landslide bodies, partly mapped by geotechnical engineers and updated by our research team. Hazard focused mainly on landslidings because stream-related processes are controlled by special developments and decreased in intensity after the forest controlled regeneration after 1950 in the neighboring catchments.

All of these data can be queried at large scale, together with the hazard map features and the landslidings area. The application does not stop here. The spatial query can bring the special assistance utilities like police, ambulance, pompiers, public telephone network etc. Each query for a dwelling and public building can provide also, information regarding the shortest needed rescue routes for special vehicles as well as the helicopter potential landing grounds (obtained also from separate GIS analysis).

Acknowledgement

This paper is one of the results of the researches financed through the national grant CNCSIS nr. 33379AT (2004-2005).

REFERENCES

- ARMAŞ, IULIANA, DAMIAN, R., ŞANDRIC, I., OSACI-COSTACHE GABRIELA (2004) *Vulnerabilitatea versanţilor la alunecări de teren în sectorul subcarpatic al văii Prahova*, Ed. România de Măine, Bucureşti, 208 p.

- BERNARDSEN, T. (2000) *Geographic Information Systems. An introduction*. J.Wiley and Sons, 372 p.
- BRUNET, R. (2003) *Models in geography ? A sense to research*. CNRS, Paris, 14 p.
- CARRARA, A., CROSTA, G., FRATTINI, P. (2003) *Geomorphological and historical data in assessing landslide hazard*, *Earth Surface Processes and Landforms*, 28, p. 925-950.
- CHESTER, D.K. (2002) *Overview: Hazard and Risk, Applied Geomorphology. Theory and practice*, J.Wiley and Sons, p. 251-263.
- DONATI, L., TURRINI, M. (2002) *An objective method to rank the importance of the factors predisposing to landslides with the GIS methodology : an application to an area of the Apennines (Valnerina ; Perugia, Italy)*, *Engineering Geology*, 63, p. 277-289.
- EDBROOKE, S., MAZENGARB, C., STEPHENSON, W. (2003) *Geology and geological hazards of the Auckland urban area, New Zealand*, *Quaternary International*, 103, p. 3-21.
- FERNANDEZ, T., IRIGARAY, C., HAMDOUNI, R. EL., CHACON, J. (2003) *Methodology for landslide susceptibility mapping by means of a GIS. Application to the Contraviesa Area (Granada, Spain)*, *Natural Hazards*, 30, p. 297-308.
- GOODCHILD, M., MAGUIRE (2005) *Introduction to Geographic Information Systems*.
- GORNITZ, V., COUCH, S., HARTIG, E. (2002) *Impacts of sea level rise in the New York City metropolitan area*, *Global and Planetary Change*, 32, p. 61-88.
- GUIMARAES, R. F., MONTGOMERY, D., GREENBERG, H., FERREIRA-FERNANDES, N., TRANCOSO-GOMES, R., DE CARVALHO, O. (2003) *Parameterization of soil properties for a model of topographic controls on shallow landsliding: application to Rio de Janeiro*, *Engineering Geology*, 69, p. 99-108.
- HABERLING, C., HURNI, L. (2002) *Mountain cartography: revival of a classic domain*, *Photogrammetry and Remote sensing*, 57, p. 134-158.
- IELENICZ, M. (1982) *Modelarea actuală în Carpații de Curbură (sectorul Prahova-Oituz)*, *Terra*, 2, 16-22.
- KÄÄB, A. (2001) *Photogrammetry for early recognition of high mountain hazards: New techniques and applications*, *Phys. and Chem. of The Earth*, 25, 9, p. 765-770
- KORTE, G (2000) *The GIS book*, On Word Press, 240 p.
- LAURINI, R. (2001) *Information systems for urban planning*, Taylor and Francis, London-New York, 349 p.
- LILLESAND, TH., KIEFER, R., CHIPMAN, J.W. (2004) *Remote sensing and image interpretation*, J. Wiley and Sons, 764 p.
- LUNDKVIST, M. (2005) *Accident risk and environmental assessment. Development of an assessment guideline with examination in Northern Scandinavia*, *Geografiska regionstudier*, 65, Uppsala Universitet, 208 p.
- MAC, I., RÂPEANU, MIRELA (1995) *Premisele geomorfologice pentru localizarea și dezvoltarea orașului Predeal*, *Studia Univ. Babes-Bolyai, Geogr.*, 40, 1-2, p.54-62.
- MIHAI, B. (2005) *Munții din Bazinul Timișului. Potential geomorfologic și amenajarea spațiului*, Ed.Universitatii Bucuresti, 410 p.
- MOON, V., BLACKSTOCK, H. (2004) *A methodology for assessing landslide hazards using deterministic stability models*, *Natural hazards*, 32, p. 111-134
- NITU, C., TUDOSE, C., VISAN, M., NITU, C.D. (2002) *Sisteme Informationale Geografice și cartografiere computerizata*, Ed.Universitatii Bucuresti, 277 p.
- OPREA, R., MIHAI, B. (2000) *Some geomorphometric considerations concerning some drainage basins in the Curvature Carpathians*, *Revista de Geomorfologie*, 2, pp. 87-90
- ORGHIDAN, N. (1969) *Văile transversale din România. Studiu geomorfologic*, Ed.Academiei, București, 188 p., 2pl.
- PASUTO, A., SOLDATI, M. (2004) *An integrated approach for hazard assessment and mitigation of debris flows in the Italian Dolomites*, *Geomorphology*, 61, p. 59-70
- PIVETEAU, V., LARDON, S. (2002) *Choremes et diagnostics de territoire: une experience de formation*, *Mappemonde*, 68
- PYYKONEN, M. (2001) *Geographical Information Systems and Digital Elevation Models in Environmental Studies. Case studies on snow avalanches and noise in northern Sweden*, Uppsala University, 61p.
- RAUTELA, P., LAKHERA, R. (2000) *Landslide risk analysis between Giri and Tons rivers in Himachal Himalaya (India)*, *International Journal of Applied Earth Observations and Geoinformation*, 2, 3-4, p. 153-160

- RIGAUX, PH., SCHOLL, M., VOISNARD, A. (2002) *Spatial databases: with applications to GIS*, Morgan Kauffmann Publishers, 420 p.
- SHEKHAR, S., CHAWLA, S. (2002) *Spatial databases: A tour*, Prentice Hall, 250 p.
- SCHICK, A., GRODEK, T., WOLMAN, M.G. (1999) *Hydrologic processes and geomorphic constraints on urbanization of alluvial fan slopes*, *Geomorphology*, 31, p. 325-335.
- SURDEANU, V. (1998) *Geografia terenurilor degradate. I Alunecari de teren*, Presa Universitara Clujeana, 274 p.
- TACU, I.I. (1927) *Predealul cu împrejurimile*, Ed. Asoc. Touring Clubul României, București, 103 p. 1 pl. h.
- VÂLSAN, G. (1939) *Morfologia Văii Superioare a Prahovei și a regiunilor vecine*, *Bul. Soc. Regale Rom. Geogr.*, 58, p. 1-44.
- VELCEA, VALERIA (1965) *Observații geomorfologice în zona de obârșie a Prahovei, cu privire specială asupra orașului Predeal*, *St. Cerc. De Geogr.*, 12, 2, p. 247-253.
- ZERGER, A. (2002) *Examining GIS decision utility for natural hazard risk modeling*, *Environmental Modelling and Software*, 17, p. 287-294.

University of Bucharest,
Faculty of Geography

The 3D analysis of Valea Viei mudflow morphodynamics, Buzău Subcarpathians

Alfred VESPREMEANU-STROE¹, Mihai MICU², Nicolae CRUCERU³

Key-words: mudflow, landslides, DTM, displacement velocity, Valea Viei

Abstract. The study presents the preliminary results of the field investigations carried out on the morphology and dynamics of Valea Viei mudflow within April 2005 - March 2006 interval. Detailed topographical surveys and the monitoring of the mobile landmarks position spread over the whole mudflow area have been undertaken during each fieldwork campaign. Based on the surveys, four DTMs were obtained at a seasonal scale and used to extract level and volume changes for each morphological unit of the mudflow. Transversal and longitudinal profiles, derived from DTMs, were used to obtain an accurate view of the detailed morphology (cracks, landslide waves, lateral pressure ridges etc.) as well as to quantify their dynamics. The monitoring of the mobile landmarks position trajectories allowed us to get the morphodynamic zonation of the mudflow body as follows: i) the most dynamic sector (10.5-17 m/month) develops in the central part, overlapping both on the lower limit of the main source area and on the upper third of the flow channel; ii) the moderate active sector (1-9.5 m/month) occupies the up-slope area of the mudflow, respectively the part of the main-source area between the escarpments and the narrowing sector; its main feature is the co-existence of rock falls which affect the scarps, of the steplike landslides on the lateral flanks and of the mudflows in the axial part of the main source area; iii) the less dynamic sector stretches over the median and lower parts of the flow channel; here, the intra-seasonal displacement velocities are very uniform but varies inter-seasonal between 5-6 m/month in spring-early summer interval and 0.5-2 m/month during winter.

The one-year seasonal pattern of the mudflow dynamics, for the entire study area, reveals great discrepancies between the most active spring - summer interval (9.2 m/month), the moderate-active late summer - autumn (6.1 m/month) and the less dynamic winter season (4.8 m/month).

1. Introduction

Former studies conducted in the Subcarpathian Curvature area (Bălțeanu 1974, 1976, 1983) defined as being typical for Buzău Subcarpathians several mudflow morphodynamic types: i) mudflow with fixed source areas – dynamic equilibrium state, with small reactivations across the main scarp and lateral slopes, ii) mudflows partially reactivated – with periodically reactivations due to high rainfalls and different kinematics, texture and depth of the deposits, iii) completely reactivated mudflows – material moving rapidly and simultaneously from the scarp, lateral slopes or tributaries. The mudflows characterize the steeper slopes, consisting of a succession of marls, clays and sands, while the displaced material is very heterogeneous, with a dense

presence of illit and montmorillonit, meaning that superior Atterberg limit is overrun in the presence of more than 10 % of water (Bălțeanu, 1983). The transition between slope modeling imposed by fluvial erosion / mass movements is made by mudflows depending on the water quantity, the morphological configuration and the geotechnical properties of the sedimentary deposits.

In the Romanian literature, many landslide studies may be found, due to the natural favorability of the mountainous and hilly areas. The regional studies are focused on general aspects concerning the morphology and the morphodynamics of the landslides, based on large scale geomorphological mapping or topographical survey (Badea and Posea, 1953, Surdeanu, 1975a-c, 1990, 1994; Bălțeanu, 1976, 1983; Mac, 1997; Ielenicz, 1977/a, 1977/b;

Grecu 1985, 1997; Popescu, 1990; Grecu and Josan, 1995; Cioacă, 1996; Dinu and Cioacă, 1997; Mac and Irimuş, 1998; Sandu, 1999; Ene, 2002;), earthquake-induced landslides (Bălţeanu 1979, 1999), land-use changes and landslide dynamics (Dinu and Cioacă 1996; Muică and Bălţeanu, 1995), frequency, cyclicity and the correlation between rainfalls and landslide occurrence (Surdeanu and Zemianschi, 1991; Dinu and Cioacă, 1997, 1999), distribution, inventory and classifications (Ielenicz 1970; Bălţeanu, 1983; Grecu, 1985; Surdeanu, 1998; Rosenbaum and Popescu, 1996; Constantin and Chendes, 1997; Ielenicz et al. 1999), landslide vulnerability and risk analysis (Cioacă et al. 1993; Surdeanu, 1994; Bălţeanu et al., 1996; Grecu 1996, 1997; Dinu and Cioacă, 1999; Constantin, 2002).

Concerning mudflows *stricto-sensu*, there are just a few studies based on the observations related to dimensions and speed changes, correlated with favorability and triggering factors, helping in the reconstruction of the former pulsations (recorded data concerning different parameters of lateral pressure ridges or the terminal, accumulative sector), as well as in the possibility of determining the future dynamic behavior (Badea and Posea, 1953, Tufescu, 1959; Josan, 1979; Bălţeanu, 1974, 1976; Constantin, 2002).

Synthesis studies, in which slope mass movements, regarded as functional relief units, are well fundamented, were realized by Tufescu (1966), Donisă (1968), Brânduş (1981), Mac (1997), and Surdeanu (1998). Based on experimental case-studies Bălţeanu (1983) outlined the way in which the transfer of material between river channels and slopes is realized. In his study, M. Ielenicz (1984) deals with the correlation between slope and structural units, relief steps, valley generations, and the way in which is reflected in the intensity of morphodynamic potential. Ichim and Rădoane (1986), are studying landslides as extreme phenomena related to river dams, Popescu (1990) studies the meander-landslide relation and the evolution of cuesta surfaces through landslides in the southern part of Transylvania. Sandu (1998), based on the assessment of denudation ratio, outlines slope typology and evolution, while Armas et al. (2003) introduces in landslide assessment the

use of probability theories, pointing also the importance of human perception related to the event.

At international level, the studies concerning mudflows are based on several surveys related to seasonal variability of the daily speed movement, the groundwater level changes correlated with different ways in which surface water is infiltrating (depending if the surface is frozen or not), correlation between soil temperature and pore water content, seasonal and yearly dynamics (Jackson et al., 1996; Parise and Guzzi, 1992; Varnes and Savage, 1996). The knowledge of different physical, chemical and mechanical parameters proved also to be vital (Angeli et al., 1996, Herrmann 1997, Klotz 1999).

Along with the development of remote sensing, digital photogrammetry, modern topographical surveys and GPS, their support in the study of mudflow spatial distribution and dynamics increased considerably (Gilli et al., 2000; Kimura and Yamaguchi, 2000; Malet et al., 2000, 2002). Combined all together, the methods mentioned above are leading to an easier understanding and 3D representation of the mudflows, and also to a more accurate behavior analysis (Genet and Malet, 1997; Pasutto and Silvano, 1999, Flageollet et al., 2000).

The main objectives of this study are: i) to get insight into the detailed morphology, i) to assess the morphometric changes in relation with the controlling factors, and iii) to propose a morphodynamic zonation based on the spatial and temporal patterns of the mudflow dynamics (displacement velocities).

2. Study area

The study area is situated in Manta-Muscel Hill, more precisely within Valea Viei catchment (a right tributary of Buzău River), on its right slope, along a small tributary called Valea Vladii sculptured on a north-east oriented cuesta front (Fig. 1). The mudflow has about 600 m length covering a 140 m relief energy but the lowest part is covered by a young dense forest (15-20 years) and almost stable, so that the monitoring is carried out just on the dynamic and relatively bare surface. The monitored bare mudflow develops between

390m and 302m. The layers dip into SSW direction while Valea Vladii is south - north aligned imprinting an obsequent development of the monitored mudflow (Fig. 2A).

Buzău Subcarpathians represent a relief unit characterized by a wide petrographical and structural complexity, a young relief, formed of hills and depressions, a fragile environment, affected by land degradations through accelerated erosion and mass movements,

which, due to the youth of the relief, impose an accentuated dynamic. Neotectonic movements (anticline bendings, local subsidence areas) have amplitude values up to 3-4 mm/year (Zugrăvescu, 1998) making the slopes even more unstable. The entire area is also very seismically-active, the sub-crustal earthquakes causing fault line reactivations and triggering landslides and rock-falls.

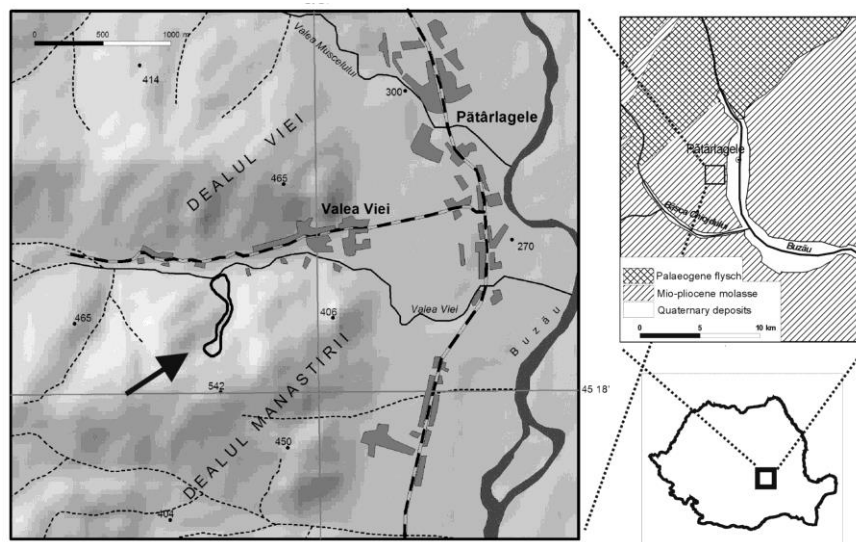


Fig. 1 Study area position

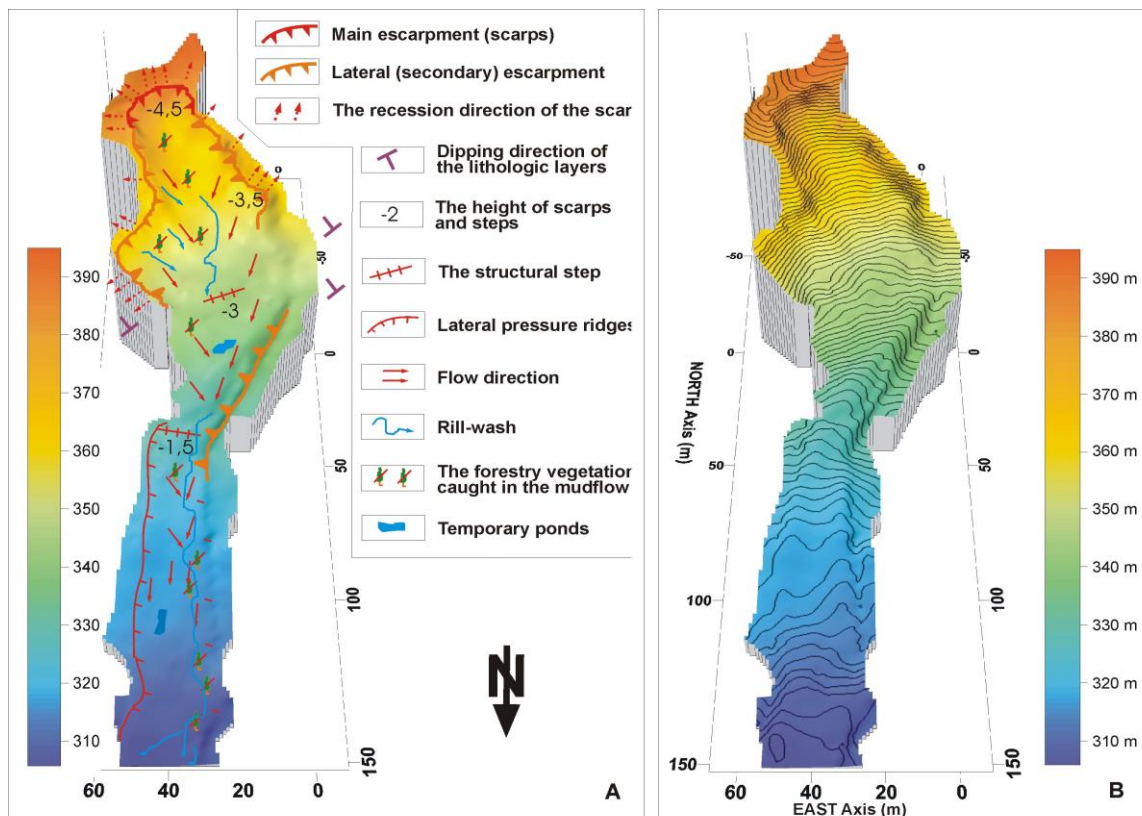


Fig. 2 The geomorphological map of the Valea Viei mudflow (A) and the Digital Terrain Model (B)

Manta-Muscel Hill (988 m maximum altitude) follows a north-south direction, between Buzău and Bâsca Chiojdului rivers, along 15 km, and has 8.5 km maximum width. It has a serrated profile, marked by peaks corresponding to hard rocks (limestone, sandstone, gravels) and saddles developed on soft rocks (marls, clays). An important feature is the presence of structural relief, formed by south oriented structural surfaces and north oriented cuesta fronts. The petrographic relief is also present, characterized by large landslides developed along valleys sculptured in loose materials (“*landslide valleys*”), cliffs and karst micro-formes.

Characteristic for the region is the interference of Palaeogene Carpathian flysch (Văleni spur, built on sandstones with clay-marly intercalation, gypsum and conglomerate lens) with inferior molasses deposits (Miocene sedimentary cycle, realized in sweet and brackish water conditions, marked by thick layers of sandstone, sands, marls, tuffs, salt-breccia, gypsum). The Quaternary evolution is underlined by the accumulation of Căndești gravels (on the northern edge of Calvini-Șoimari basin, in the southern part of Manta Muscel Hill), the lowering of the base level imposing the rhythmical deepening of the river network and the construction of the terraces (Badea și Bălțeanu, 1977, Bălțeanu, 1983).

The climate of the studied area is characterized by low nebulosity, high values of solar radiation, high temperatures and mild winter phenomena, due to orographic barrier of the Carpathians, shelter effect imposed by depression configuration and foehn canalized on Buzău valley. June is considered the most rainy month, while February is the driest (the precipitation annual mean sum at Pătârlagele is 637mm, in the 1960-1990 interval). The relief of the slopes and river channels is shaped mainly by heavy rainfalls (up to 80-100 l/m²), with a higher frequency of 40-50 l/m² interval (Bogdan et al., 1974). During October-April period, an important role in the landslide processes is played by the freeze-thaw processes which have a multiannual mean of 94.5 cycles at Pătârlagele, which includes the studied region in the specific gelival regime of valleys, basins and gorges regime with 75-100

freeze-thaw cycles (Vespremeanu-Stroe et al., 2004).

Manta-Muscel Hill has a rich river network, drainage density reaching values of more than 4 km/km² (Micu, 2005). The loose petrographic setting, modeled by a torrential pluvial regime, together with the land use (large deforested areas), represents conducive factors for rapid erosion processes (with monthly and season changes), the highest rates of alluvial transport characterizing May-July interval, due to heavy rainfalls, frequently having a torrential character, intensifying slope erosion processes. The lowest alluvial transport characterizes the December-January interval, due to lack of precipitation and negative temperatures (Sandu and Bălțeanu, 2005). The area is covered by deciduous forests (*Quercus petraea*), which due to intense human pressure, were severely affected by mass movements and erosion, determining the appearance of specific vegetal formations (degraded, salty areas are covered by *Hippophaea* sp. bushes). The typical soils are represented by cambisols, eutricambisols, districambisols, associated with meadows, pastures and orchards, and luvisols under the deciduous forests, with a moderate humus content and a neutral-weak acid reaction.

Favorable conditions – accessible relief, shelter climate, the presence of salt deposits, intense trade exchanges between mountains and plain, allowed the appearance and development of human activities, the increased number of inhabitants, having as direct effect the slope overloading with buildings, changes in drainage and further large areas affected by land degradation.

3. Methodology

Valea Viei mudflow morphodynamics was investigated primarily through accurate topographical surveys (± 0.3 cm elevation) with a Total Station (Sokkia 610) both on individual cross-flow profiles (2D) and on global surface surveys (3D). All the measurements were reported to a benchmark established and geopositioned in April 2005. The fieldwork campaigns were planned on a seasonally basis: April, August and November 2005 and March

2006; in November, due to bad weather conditions, were made just the ordinary topographical surveys and two-weeks later, in December 2005, the correspondent landmarks monitoring. Because of the permanent and temporary visual obstacles (vegetation) the overlapped survey area ($S = 8480 \text{ m}^2$) covers the most part of the active mudflow but not entirely. In order to find the movement trajectories and to assess the displacement velocities of different mudflow sectors 43 mobile landmarks were planted successively during the first three campaigns and their position was monitored through direct measurements.

Based on topographical data (between 780 and 1014 points) a digital terrain model (DTM) was obtained for each survey period. We used Kriging interpolation method (Golden Software's Surfer) and chose the grid cell size based on the results of the comparative analysis of the residuals error (Andrews et al., 2002). A 1-m grid cell size was found to be the optimum size for our data point density. The comparison of successive DTMs was used to derive the morphological and morphometrical changes, expressed in surface, heights and volume changes. The 2D and 3D morphological changes were correlated with the precipitation distribution at Pătârlagele meteorological station computed from daily values.

4. Results

4.1. Geomorphological features

The mudflow is divided into three sectors, well outlined in the general aspect. The first sector, representing the main source area (Photo 1, 2), has a 100 m length, is edged by the main scarp (cut in sandy formation), having a semi-circular shape, stabilized from time to time by trees. The main scarp has 30 m length, heights between 1.2-4.5 m, and a $50-90^\circ$ slope (Fig. 5). The widely opened area of the scarp is affected by sheet wash and by frequent small size rock falls due to wetting-drying and freeze-thaw processes. Uphill from the scarp (2-5 m), there are long, parallel cracks, with a maximum width of 40 cm. Within the main source area, the median part of the right flank placed in between the

scarps and the axial part of the mudflow, is composed by an association of steep slopes ($30-50^\circ$), partly affected by rill erosion, which functions as a friction lens for the step-like landslides. Along with the main scarp, several lateral secondary scarps are showing a rapid regressive evolution. Within the main source area, two erosion sectors could be observed, separated by two structural steps that allow accumulation.

Immediately under the scarp, there is an erosion sector (0-1.5 m of moved material), followed by a sector of temporary accumulation (0-2 m). Under this sector, one secondary scarp shows strong regression, underlined by an erosion of up to 4 m, material transported with 30-40 m down-slope, forming a second major accumulation sector (1-2 m).

The next part is represented by the flowing channel (Foto 3), having 130 m length that starts from one narrowing sector, immediately after the second structural step (Foto 2). Along this sector, the flow reaches 12-20 m in width, being edged by lateral pressure ridges up to 1.2-1.5 m in height. The displaced material, 1-3 m deep, is represented by a sandy-marly matrix, with a menilite and sandstone skeleton (10-15%), with 5-15 mm diameters. The third sector, the most extended one (about 300 m length) follows Valea Vladii until its confluence with Valea Viei, being undercut by it during floods. This is stabilized by acacia and fruit trees.

The microforms differ spatially, the upper part of flowing channel displaying the richest micromorphology as a consequence of high morphodynamics. There are small landslide waves, lateral pressure ridges, cracks, friction lens and temporary ponds. Towards its terminal part, the morphology shows a change of the movement, from flow to plastic, favoring its fixation with grass and bushes. During the summer the cracks are denser and deeper with a width of 2-10 cm and a depth of 20-50 cm. These microforms are completely replaced by new ones, at each pulsation of the flow, with the notable exception of friction lens which appear more frequently along the inner slopes of the lateral pressure ridges, reaching up to 15 meters in length (Photo 4).

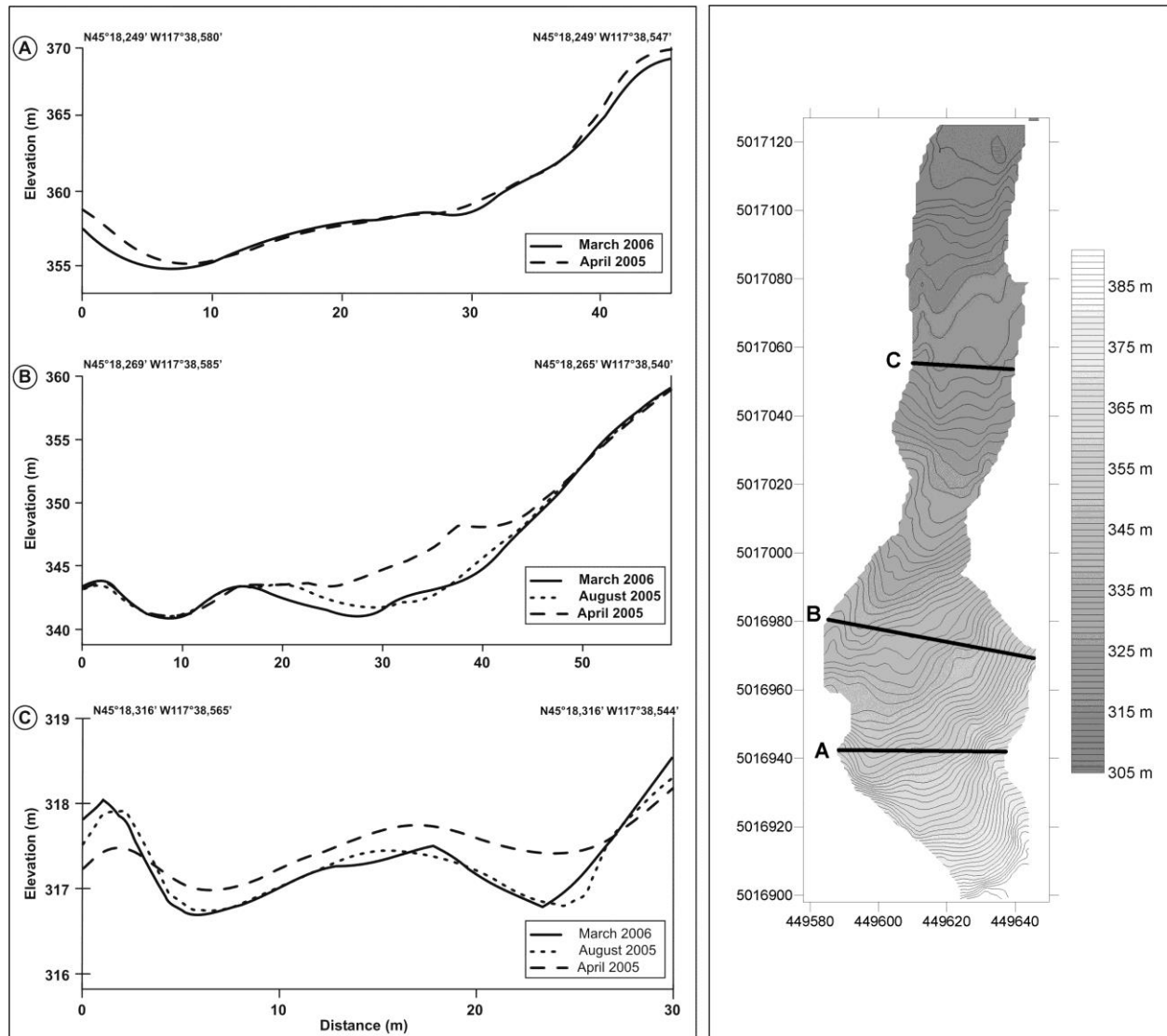


Fig. 3 Transversal cross-flow profiles illustrating the scarp retreat (A), the formation and migration of landslide steps (B), and the raising of the lateral pressure ridges (C)

4.2. Morphometric changes

The overall estimation of volume changes in the mudflow body for one-year interval points out an important volume loss of 2727 m^3 , but this cumulated value hides major differences in temporal evolution. During the late spring and summer (17 April-11 August 2005) the climate forcing factors (469 mm precipitation, representing 78% of the multiannual mean) induced the most dramatic changes expressed in a 94.5% (2576 m^3) of the net volume changes (loss). In accordance with these negative volume changes, the surface affected by erosion

was 2.4 times more extended than the accretionary surface (Tabel 1). The surface level changes reached their maximum at the end of the spring on the right (eastern) slope of the main source area. An entire landslide step, developed on about 400 m^2 with a length of 25 m, was swept downslope producing a vertical erosion of 3-4.5 m (Fig. 3B); significant negative level changes occurred also in the frame of main escarpment (1-2.5 m) in relation with the retreat of the right flank with 0.8-3 m (Fig. 3A).

During the late summer and autumn (11 August-28 November 2005) the erosive processed

remained prevalent but became less intense (802 m^3 eroded and 735 m^3 accumulated resulting a net volume loss of 67 m^3 ; a ratio of 1.42 between the erosive and accretionary surfaces). During this interval the major processes were reflected in the lateral overflowing occurred pre-eminently on the flowing channel, in the lower sector of the mudflow, and morphological expressed in the local aggradation of the lateral pressure ridges (Fig. 3C, Fig. 4). Additionally, it is noticeable the high accumulation from the central sector, between +25 and +45 m on the North Axis of DTM, as a temporary effect of mud piling.

During the winter and early spring (28 November 2005 – 26 March 2006) the ratio of erosive/accretionary surfaces becomes 1.04 while the negligible net volume changes (-18 m^3) points to a temporary equilibrium between the erosion and accumulation superimposed on a seasonal diminishing of the geomorphologic processes intensity. The most important level changes occurred in the central part of main source area where small (0.2-0.5 m) but well-grouped accumulations composed from a mud and debris mixture are coming from the scarps.

4.3. The mudflow dynamics (obtained from landmarks monitoring)

The whole mudflow body records significant displacements but with spatial differences as rhythm and intensities depending on the local slope and water content, detailed morphology and geological settings (especially the hydro-geological and geotechnical properties). Thus, the highest displacement speeds occur in the central part, between 0 m and +70 m on the North Axis of DTMs (Fig. 4), where the slope has moderate values reported to the overall slope distribution in the frame of the study area. Independent of the analyzed season the landmarks dynamics indicate this sector as

being the most active with migration rates varying between 10.5 m/month and 17 m/month. The upper sector which corresponds to the main source area, in spite of its steeper slopes (Fig. 5), occupies the second position in the hierarchy of the sector dynamics. The landmark distribution covers the most part of the escarpments rim and stretches between -60m and 0m on the North Axis of DTMs displaying migration rates which vary between 0.8-9.5 m/month. In this sector the main characteristics of displacements processes are the combination between rock falls which affect the main escarpment, step-like landslides and ordinary mudflow processes. Due to the overall geomorphologic context, especially to the adjacent lateral slopes which are steeper on the right side of the valley, the central (southern) and right (eastern) flanks of the main source area are more dynamics and sensitive to rock falls and step-like landslides (which can move up to 25m distance) than the left (western) flank.

The lower part of the mudflow, stretched between 70-150m on the North Axis of DTMs, displays both the lowest and the most uniform intra-seasonal displacement speeds in comparison with those specific to the upper and central sector (Fig. 6). Thus, during the most active interval (April-August 2005) the displacement velocities were 5-6 m/month, then slowly diminished to 3.5-5m/month (August-December 2005) in order to reach the lowest values, 0.5-2 m/month, during the most stable period (December 2005 – March 2006). The same time evolution of mudflow dynamics, assessed from the landmarks monitoring, was found in all three sectors, but the intra-seasonal variability was high in the frame of the main source area and moderate in the most active central part.

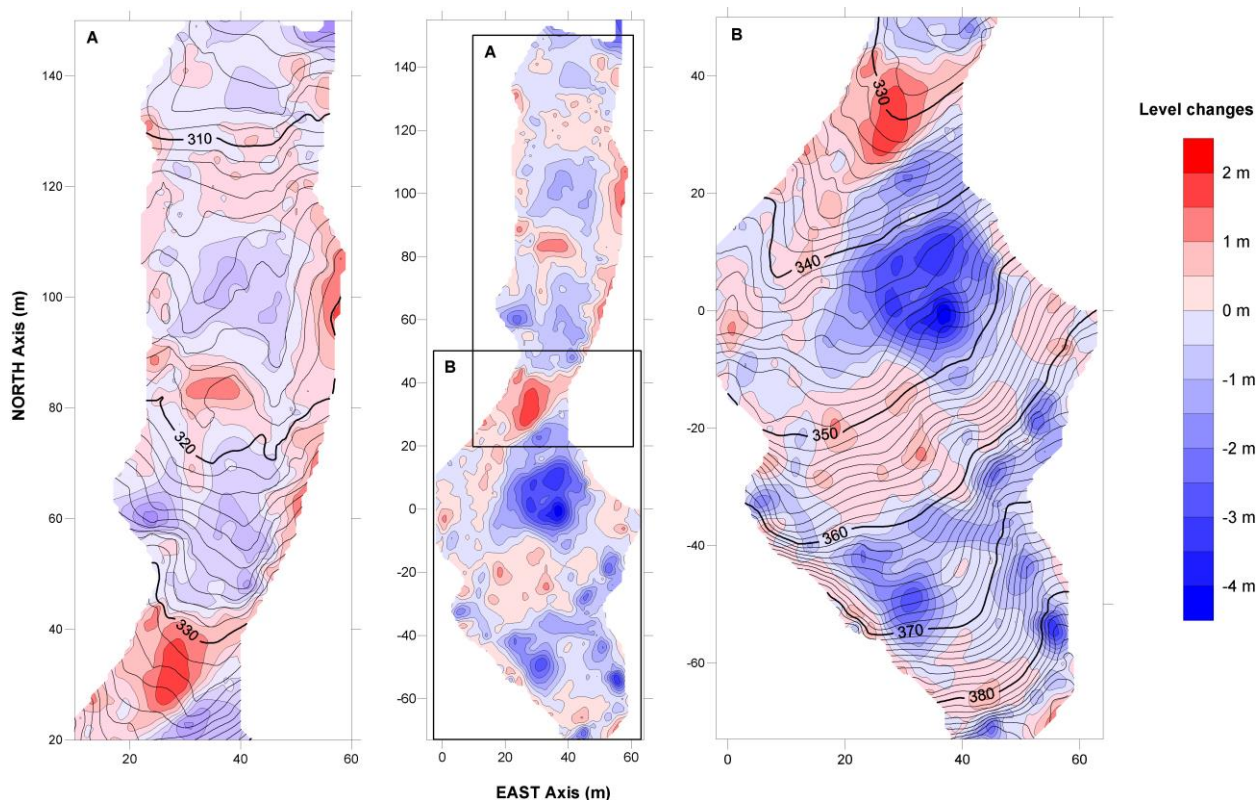


Fig. 4 Level changes resulted from the subtraction of the DTMs surveyed in April 2005 and March 2006. A detailed view of changes within the flowing channel (A) and the main source area (B)

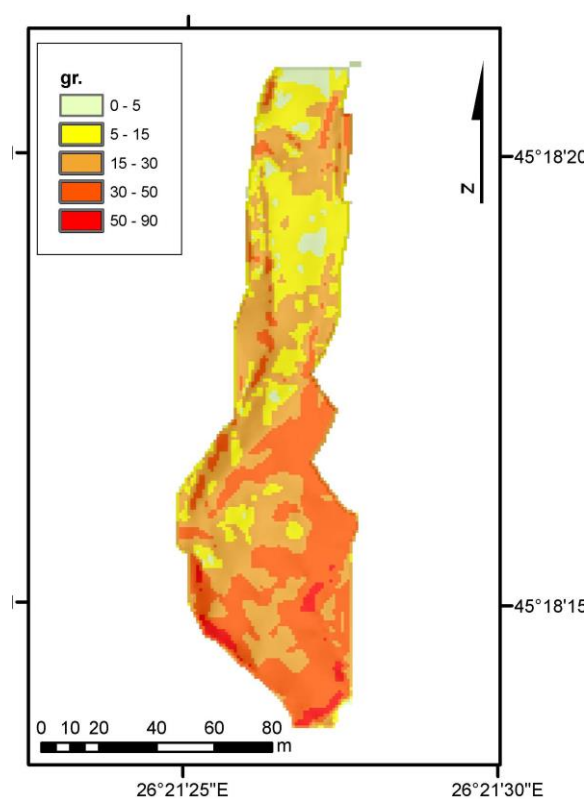


Fig. 5 The slope map

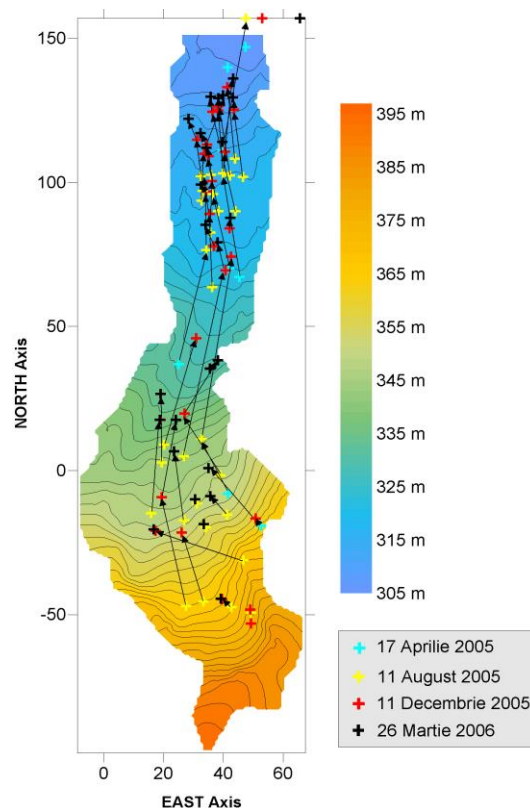


Fig. 6 Superficial mudflow dynamics obtained from landmarks trajectories



Photo 1 - The main source area (lateral view); **Photo 2** - The main source area, structural and landslide steps (down-view); **Photo 3** - The flowing channel and dyed mobilised trees (used as landmarks); **Photo 4** - Lateral pressure ridge on the right flank functioning as friction lens; **Photo 5** - A landmark dyed, planted and positioned

A general view of the entire mudflow dynamics obtained from the mean values of displacement velocities reveals great differences between the first analyzed interval (April-August 2005), very active, with a mean

total landmarks migration of 35 m (9.2 m/month), the second (August-December 2005) with 24.5 m (6.1 m/month) and the last (December-March) with 16.8 m (4.8 m/month).

Table no. 1

DTMs comparative analysis and the changes of the main morphometrical parameters
(volume, surface, landmarks migration) **beside the precipitation regime**

Time Interval	Volume m^3 (-)	Volume m^3 (+)	Net Volume (m^3)	S m^2 (-)	S m^2 (+)	Ratio $S - / S +$	Precipitations (mm)	Landmarks migration (m)
Apr 05 – Aug 05	3183	607	- 2576	5126	2137	2,39	469.3	35
Aug 05 – Nov 05	802	735	- 67	4272	2991	1,42	313.1	24.5
Nov 05 – Mar 06	528	510	- 18	4210	4051	1,04	148	18.4
Apr 05 – Mar 06	3982	1255	- 2727	5187	3074	1,68	930.4	77.9

5. Discussion and Conclusions

From a morphological point of view, three different sectors are distinguished along the flow: i) the main source area, (down-slope extended on 100 m¹, between -75 m and 25 m on the North Axis of DTM), having an oval, amphitheatre-like shape, surrounded by main and secondary scarps; the main source area has the highest erosion rates, ii) the flowing channel with 130 m length (between 25 m and 155 m on the North Axis) which function as a transit-zone for the sediments and iii) the toe (spreading cone) of the mudflow, which is partly covered by an acacias plantation and which is not part of our monitoring polygon.

Within the main source area, the co-existence of several permanent erosive sub-sectors with those characterized by a bi-phase accumulative/transit activity is imposed by the lithologic layers succession in the frame of the cuesta front; the complementary accumulation/transit processes occur on the harder layers (loose sandstone, menilites), that forms structural steps, highlighted by a decrease in slope values, while the removal of material characterizes the

soft layers, especially marls, with higher slope values of the profile. Thus, the displaced material, coming from underneath the main scarp, has a first accumulation sector on top of the first structural step, which is episodically overrun. Further down-slope the removed sediments coming from the main scarps, including those detached from the secondary escarpments, have an accumulation area at the first narrowing sector of the flowing channel. The flow direction is generally imposed by slope and the spatial distribution of deposits which can exceed the liquefaction threshold as quick clays and quicksands while the landslide-type movements additionally to the slope follow directions imposed by the structure (layer disposition) and detailed morphology.

The mudflow channel is characterized by uniformly decreasing slopes (from 30° to 2°), affected by intense transport processes which are expressed by the episodic alternation of accumulation and erosion. As a consequence, the level changes are reversible, with a moderate intensity ($\Delta Z < 1.5$ m) and developed at a seasonal timescale. The analysis of landmarks movement trajectories reveals the co-existence of two patterns on the mudflow dynamics in the frame of the flow channel.

¹ This value (100 m) is measured on the horizontal projection of the main source area; its real length is 116 m

Thus, the upper sector of the channel (20-70 m on the North Axis) alongside the lower extremity of the main source area (-20...0 m on the North Axis) have a similar behavior displaying the most active dynamics both horizontally with displacement velocities varying between 10.5-17 m/month during the year and vertically with the most extreme level changes of the mudflow body: -4.5...+2.5 m (Fig. 4, 6). Noteworthy is that the extreme morphodynamics overlap neither the steepest slopes nor the gentle ones. Their main causes are supposed to be the position in the frame of the mudflow, linking the main source area with the flow channel, and perhaps more importantly, the overall configuration of this sector. It's noticeable that the most active sector benefits from a "funnel effect" which accelerate the flow when happens, general imposed by a sudden change in pressure or a shock acting on water saturated or supersaturated sediments. This is the area where frequently forms enormous mud pilings due to the narrowing of the active flow channel section. Conversely, the central and lower parts of the mudflow channel have a completely different dynamics, generally slower, with the lowest migration rates from the entire study area (< 5.5 m/month) and with a relatively homogeneous distribution of displacements velocities for every season. Owing to the lower position and clay accumulations, this sector records the highest water contents which give a more uniform distribution of the morphodynamic processes, and an outer-longitudinal arrangement of

accumulation sectors. This area represents the terminal segment of the active mudflow.

Based on the analysis of movement features, seasonal differences were noticed. The spring - summer interval generally records the most intense dynamics and is characterized by big amounts of precipitation (Fig. 7); the displacement velocities vary between 5-17 m/month with a mean value of 9.2 m/month. The heavy rainfall, imposes a pulsatory character to the dynamic behavior of the mudflow, with rapid flows on short and medium distances (1-20 m), occurring until short time (hours, rarely days) after the rain stops. The monitoring of landmarks movement from spring - summer interval clearly indicates the presence of short and strong signals (fast displacements), during and after heavy rainfalls, overlapped on longer periods (weeks) with a very weak but generally prolonged signal. Every significant water input in the mudflow body is quickly expressed in fast displacements of the superficial deposits while the deep-delluvium mass has a more prolonged and uniform movement. During the second half of the summer, generally, the precipitation regime changes (the total precipitation quantities decrease and are expressed by rare and heavy rainfalls) and, implicitly, the dynamics becomes less intense and discontinuous. Besides the precipitation regime another main cause is the quick water evaporation due to high temperatures / low humidity conditions and to a dense network of cracks and fissures at the surface of the flow.

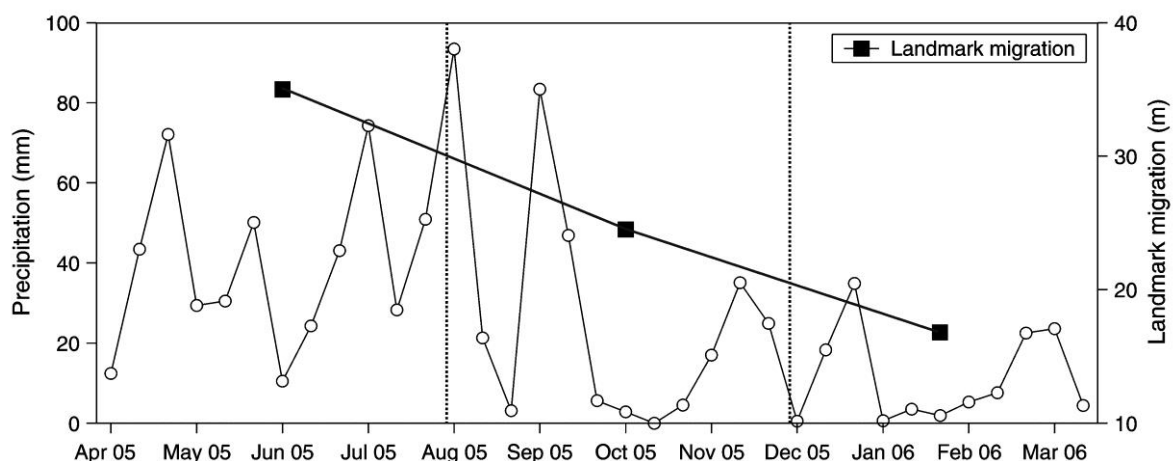


Fig. 7 The co-evolution of precipitation regime and mudflow dynamics. The landmark migration (black squares) was computed for each monitored interval (delimited by dot line)

During the late summer - autumn period, even if the rainfall quantity diminishes, the water remains a long period in the body of the flow, which has a plastic movement, confirmed by the medium displacement velocities (6.1 m/month) and by the presence of largely developed friction lens along the lateral pressure ridges. This means that the speed decreases but it lasts long, having a more continuously pattern. Winter proved to be the most stable season, with a mean displacement velocity of 4.8 m/month, the movement being slowed by the freezing of the water in the mudflow's body.

As our data illustrate, the morphological answer to heavy rainfalls is much faster in case of mudflows (hours and days) than to landslides where significant time lags (weeks) occur (Malet et al., 2000; Armas et al., 2004). Moreover, the seasonal measurements of deep-seated landslides displacement velocities show, in some cases, as being an out-of-phase between the precipitation regime and landslide annual dynamics (Brânduș et al., 2004).

As a conclusion, the analysis of the Valea Viei mudflow dynamics, based on accurate, successive topographical surveys, allows the correlation of its dynamics with the lithological, morphometrical and morphostructural characteristics of the relief and also with the precipitation regime. The seasonal distribution of the rainfall, regarded as the main triggering factor, imprints the flowing/sliding character of the movement, which further controls the morphology of the mudflow.

The results presented herein have a preliminary character, as the study was

undertaken for just one-year; they are necessary for a general view on the framework in which appear and develop the mudflows from the Curvature Subcarpathians. For a better understanding of the mechanisms that states the occurrence and further evolution of a such complex mass displacements process, the future activities have to increase the monitoring interval and, probably more important, to include and other investigations techniques: piezometric surveys in order to correlate the mudflow evolution with the groundwater level variations, probes for pore water pressure, soil and air temperature variations, and percussion drills to have a better image of the deposition and depth of strata, in order to realize a numerical modeling of Valea Viei mudflow future behavior.

Acknowledgements

This work was partly funded by two National Education and Research Council (CNCSIS) grant (No. 24965). The authors are grateful to Luminița Preoteasa, Vasile Cârlan, Andrei Ghib, Nicolae Barbu, Mihaela Fâstac and Florin Tătui for their assistance during the fieldwork campaigns and also to Pâtârlagele Geographical Research Station staff (Institute of Geography, Romanian Academy) for permanently supporting our research. Special thanks are due to Luminița Preoteasa and Ștefan Constantinescu to advice us about figure processing and for improving the quality of written English on an earlier version of the manuscript.

REFERENCES

- ANDREWS, B.D., Gares, P.A., Colby, J.D. (2002), *Techniques for GIS modeling of coastal dunes*. *Geomorphology* 48, 289–308.
- ANGELI, M.C., GASPARETTO, P., MENOTTI, R.M., PASUTO, A., SILVANO, S., (1996), *A system of monitoring and warning in a complex landslide in northeastern Italy*. *Landslides* 8.
- ARMAȘ, I., DAMIAN, R., ȘANDRIC, I., OSACI-COSTACHE, G. (2003), *Vulnerabilitatea versanților la alunecări de teren în sectorul subcarpatic al Văii Prahova*, Edit. Fundației “România de Măine”, București
- ARMAȘ, I., DAMIAN, R., ȘANDRIC, I., 2004. *Landslides in the M. Caproiu St. - Eternității St. perimeter, town of Breaza*, *Revista de Geomorfologie*, 6, 61-70.
- BADEA, L., BĂLTEANU, D. (1977), *Terasele din Valea Subcarpatică a Buzăului*, SCGGG-Geogr., XIV, 2.
- BĂLTEANU, D. (1974), *Relații între curgerile de noroi și eroziune torențială în modelarea versanților din Subcarpații Buzăului*, SCGGG-Geogr., XXI, 1.

- BĂLTEANU, D. (1976), *Two case studies of mudflows in the Buzau Subcarpathians*, Geografiska Annales, 58 A, Stockholm.
- BĂLTEANU, D. (1979), *Procese de modelare a versanților declanșate de cutremurul din 4 martie 1977 în Carpații și Subcarpații Buzăului*, SCGGG-Geogr, XXVI.
- BĂLTEANU, D. (1983), *Experimentul de teren în geomorfologie*, Edit. Academiei, București.
- BĂLTEANU, D. (1999), *Geomorphological effects of the Vrancea earthquakes*, Analele Univ. Valahia, Târgoviște, t.I.
- BĂLTEANU, D., CIOACĂ, A., DINU, MIHAELA, SANDU, MARIA (1996), *Some case studies of geomorphological risk in the Curvature Carpathians and Subcarpathians*, RRG, 40.
- BOGDAN, O., MIHAI, E., TEODOREANU, E. (1974), *Clima Carpaților și Subcarpaților de Curbură dintre Teleajen și Slănicul Buzăului*, Editat la Institutul de Geografie
- BRÂNDUȘ, C. (1981), *Subcarpații Tazlăului. Studiu Geomorfologic*, Edit. Academiei RSR, București.
- BRÂNDUȘ, C., CRISTEA, I., GRĂDINARU, V., (2004), *Factorii specifici și dinamica proceselor de deplasare în masă de pe versantul drept al Sucevei – sectorul dintre Pârâul Șcheia și Pârâul Cetății*, Revista de Geomorfologie, 6, 87-93.
- CIOACĂ, A. (1996), *Evaluarea vulnerabilității terenurilor afectate de procese geomorfologice actuale*, AUȘMS-Geogr.-Geol., V, Suceava.
- CIOACĂ, A., BĂLTEANU, D., DINU, MIHAELA, CONSTANTIN, MIHAELA (1993), *Studiul unor cazuri de risc geomorfologic în Subcarpații de la Curbură*, SCGGG, Seria Geografie, XL.
- CONSTANTIN, M. (2002), *Morphology and environmental impact of the Chirlesti mud torrent*, Japanese Geomorphological Union, 20-4, Tokyo, Japan.
- CONSTANTIN, M., CHENDEȘ, V. (2003), *A spatial distribution analysis of landslides in the Subcarpathians between Buzau and Slanicul Buzaului valleys, Romania*. Geophysical Research Abstracts, 5, 14652
- DINU, M., CIOACĂ, A. (1996), *Categoriile de risc geomorfologic și utilizarea terenurilor în bazinul Văii Mari-Otăsău (Subcarpații Vâlcei)*, AUȘMS-Geogr.geol.
- DINU, M., CIOACĂ, A. (1997), *Precipitation-induced landslides in the Moldavian Plateau (1996-1997)*, RRG, 41, București.
- DINU, M., CIOACĂ, A. (1999), *Reactivarea deplasărilor în masă în România ca urmare a precipitațiilor din 1996/1997*, Rev. Geogr., 5, București.
- DONISĂ, I. (1968), *Geomorfologia Văii Bistriței*, Edit. Academiei RSR, București.
- ENE, M. (2002), *Dinamica versanților în sectorul subcarpatic al Râmnului Sărat*, Lucr. Semin. Geogr. “Dimitrie Cantemir”, Iași
- FLAGEOLLET, J.-C., MALET, J.-P., MAQUAIRE, O. (2000), *The 3-D structure of the Super-Sauze earthflow: a first stage towards modelling its behaviour*. Physics and Chemistry of the Earth (B) 25.
- GENET, J. AND MALET, J.-P. (1997), *Determination de la structure tridimensionnelle du glissement de terrain de Super-Sauze par une investigation geotechnique*, Memoire de Maitrise de Geographie Physique, ULP Strasbourg,
- GILI J.A., COROMINAS J., RIUS J (2000), *Using Global Positioning System techniques in landslide monitoring*, Eng. Geol. 55,
- GRECU, F. (1985), *Clasificări și tipuri de alunecări de teren din Depresiunea Transilvaniei*, Terra, 3
- GRECU, F. (1996), *Expunerea la risc a terenurilor deluroase*, Lucr. celei de-a doua Conferințe regionale de Geografie, Timișoara, 18-24.
- GRECU, F. (1997), *Glimee-induced relief modelling in Transylvanian Tableland*, SUBB-Geogr.
- GRECU, F., JOSAN, N. (1995), *The southern Transylvania Tableland – Human Settlement System*, RRGGG-Geogr., 39.
- HERRMANN, D. (1997), *Recherche des caracteristiques physiques et geotechniques des Terms Noires du glissement de Super-Sauze*, Memoire de Maitrise de Geographie Physique, ULPStrasbourg,
- ICHIM, I., RĂDOANE, M. (1986), *Efectele barajelor în dinamica reliefului. Abordare geomorfologică*, Edit. Academiei RSR, București
- IELENICZ, M. (1970), *Zonele cu alunecări de teren din țara noastră*, Terra, 1.
- IELENICZ, M. (1977/a), *Alunecări de teren în comuna Pietroasele*, St. Geogr, TUB
- IELENICZ, M. (1977/b), *Alunecări de teren în Depresiunea Maramureș*, AUB., Geol. -Geogr. XXVI
- IELENICZ, M. (1984), *Munții Ciucaș-Buzău. Studiu Geomorfologic*, Edit. Academiei RSR, București.
- IELENICZ, M., PĂTRU, I., MIHAI, B. (1999), *Some Geomorphic Types of Landslides in Romania*. Transactions, Japanese Geomorphological Union, 20, p. 287-297.
- JACKSON, M.E., BODIN, P.W., SAVAGE, W.Z., NEL, E.M. (1996), *Measurement of local horizontal velocities on the Slumgullion landslide using the Global Positioning System*. U.S. Geological Survey Bulletin 2130.
- JOSAN, N. (1979), *Dealurile Târnavei Mici. Studiu de geomorfologie*, Editura Academiei Române, București, 141 p.
- KIMURA, H., YAMAGUCHI, Y., (2000), *Detection of landslide areas using satellite radar interferometry*. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 66, 337-344.
- KLOTZ, S., (1999), *Recherches sur les conditions d'évolution des marnes noires du glissement-coulee de Super-Sauze: Memoire DEA "Systemes Spatiaux et Environnement"*. Universite', Louis Pasteur, Strasbourg,

- MAC, I. (1997), *Types of landslides from the Transylvania Depression with differentiated effect on the morphology of the slope*, Studia Universitaria Babeş-Bolyai, Serie Geografie, Cluj.
- MAC, I., IRIMUŞ, A. (1998), *Structural and lithological premises in the genesis of landslides in the Transylvanian Basin*, Studia Universitaria Babeş-Bolyai, Serie Geografie, Cluj.
- MALET, J.-P., MAQUAIRE, O., KLOTZ, S. (2000), *The Super-Sauze flowslide (Alpes-de-Haute-Provence, France): triggering mechanisms and behaviour*. VIIIth International Symposium on Landslides, Cardiff, T. Telford, London.
- MALET, J.-P., MAQUAIRE, O., CALAIS, E. (2002), *The use of GPS techniques for the continuous monitoring of landslides: application to the Super-Sauze earthflow*, Geomorphology, 43.
- MICU, M. (2005), *Sectorul subcarpatic dintre Buzău şi Teleajen. Aplicaţii GIS*. în SANDU, M., BĂLTEANU, D. (Eds.) (2005) *Hazardele naturale din Carpaţii şi Subcarpaţii dintre Trotuş şi Teleajen. Studiu Geografic*, Edit. Ars Docendi, Bucureşti.
- MUICĂ, C., BĂLTEANU, D. (1995), *Relations between Landslide Dynamics and Plant Cover in the Buzău Subcarpathians*, RRGGG-Géogr., 39.
- PARISE, M., GUZZI, R. (1992), *Volume and shape of the active and inactive parts of the Slumgullion landslide, Hinsdale County, Colorado*. U.S. Geological Survey Open-File Report 92-216.
- PASUTO A., SILVANO S., (1999), *Toward the definition of slope instability behaviour in the Alverà mudslide (Cortina d'Ampezzo, Italy)*. Geomorphology, 30.
- POPESCU, N. (1990), *Ţara Făgăraşului. Studiu Geomorfologic*, Edit. Academiei Române Bucureşti
- POSEA, GR., BADEA, L., (1953), *Torentul noroios de la Chirleşti*, Natura, V, 3.
- ROSENBAUM, M. S., POPESCU, M. E. (1996), *Using a geographical information system to record and assess landslide-related risks in Romania*, in *Landslides - Glissements de Terrain*, 1, Rotterdam, A.A. Balkema – Senneset K (Ed.), p. 363-370.
- SANDU, MARIA (1998), *Culoarul depresionar Sibiu-Apold. Studiu geomorfologic*, Edit. Academiei Române, Bucureşti.
- SANDU, MARIA (1999), *Alunecarea de la Lacul lui Baban. Stadiu de evoluţie*, Rev. Geogr., V, Bucureşti.
- SANDU, M., BĂLTEANU, D. (Eds.) (2005), *Hazardele naturale din Carpaţii şi Subcarpaţii dintre Trotuş şi Teleajen. Studiu Geografic*, Edit. Ars Docendi, Bucureşti.
- SURDEANU, V. (1975, a), *Consideraţii asupra alunecărilor de teren ce afectează zona de ţărm a lacului Izvorul Muntelui*, Lucr. Staţ. Stejarul, S. Geol.-Geogr., Pângăraţi
- SURDEANU, V. (1975, b), *Consideraţii asupra alunecărilor de teren din Valea Bistriţei în sectorul Bicaz-Piatra Neamţ*, Lucr. Staţ. Stejarul, S. Geol.-Geogr., Pângăraţi
- SURDEANU, V. (1975, c), *Dinamica alunecărilor de teren din zona lacului Izvorul Muntelui*, Lucr. Colocv.Naţ.de geomorfologie aplicată şi cartare geomorf., Iaşi
- SURDEANU, V. (1990), *Sistemul geomorfologic al alunecărilor de teren*, Studia Universitaria Babeş-Bolyai, Serie Geografie, Cluj.
- SURDEANU, V. (1994), *Le risque naturel relatif aux glissement de terrain dans les Carpates Orientales-la zone du flysch*, In vol. "Environment and Quality of Life in central Europe: Problems of Transition", Edit. Albertina Icome, Praha
- SURDEANU, V. (1998), *Geografia terenurilor degradate*, Presa Universitară Clujană, Cluj-Napoca.
- SURDEANU, V., ZEMIANACHI, SANDA (1991), *Cyclicity and frequency of landslides in Romania*, In vol. "Time, frequency and dating in geomorphology", Tatrasca Lomnica Stara lesna, Slovakia.
- TUFESCU, V. (1959), *Torenţii de noroi în Vrancea*, Com. Acad. Rom., IX, Bucureşti.
- TUFESCU, V. (1966), *Modelarea naturală a reliefului şi eroziunea accelerată*, Edit. Academiei Române, Bucureşti.
- VARNES, D.J., SAVAGE, W.Z. (1996), *The Slumgullion earthflow: a large-scale natural laboratory*, U.S. Geological Survey Bulletin 2130.
- VESPREMEANU-STROE, A., MIHAI, B., CRUCERU, N., PREOTEASA, L. (2004), *The freeze-thaw cycles frequency in the Romanian Carpathians*, Revue Roumaine de Geographie, Geologie et Geophysique – seria Geografie, 48. (in press)
- ZUGRĂVESCU, D., POLONIC, G., HOROMNEA, M., DRAGOMIR, V. (1998), *Recent vertical movements on the Romanian territory, major tectonic compartments and their relative dynamics*, Rev. Roum. Géophys., seria Geofizică, 42.

¹Facultatea de Geografie, Universitatea din Bucureşti²Institutul de Geografie, Academia Română³Facultatea de Geografie, Universitatea Spiru Haret

Rolul fenomenelor orajoase (tunetul, trăznetul) în declanșarea alunecărilor de teren

Pompei COCEAN

Abstract: Role of the Oragious Phenomena (Thunder and Lightning) in Causing Landslides. The extreme climatic phenomena of the 20th of June 2006, in the superior basin of the Ilișua Valley, tributary on the right to the Someșul Mare River, generated, besides the catastrophic flood with human victims and immense material loss, a series of associated processes to be noticed for their diversity, magnitude, and affected areas. These were landslides, torrents, and soil erosion. The landslides and the torrents were triggered also by the oragious phenomena (thunder and lightning) accompanying the heavy rainfall. The low altitude clouds, at the level of the water divides, permitted the thunder and lightning generated vibrations be very intense (due to the small dissipation area). This destroyed the relative balance of the slopes generating landslides.

Fenomenele climatice extreme care au avut loc în data de 20 iunie 2006, pe teritoriul comunei Târlișua și, parțial, al comunei Zagra din Județul Bistrița-Năsăud, au generat, pe lângă viitura catastrofală ce a făcut 13 victime umane și imense pagube materiale, o serie de procese asociate, între care se detașează, în ceea ce privește diversitatea, amploarea și suprafețele afectate, deplasările în masă, torențialitatea și eroziunea solurilor.

Contextul climatic aflat la originea acestor procese este dat de precipitațiile abundente (cca 100-120 l/m²) căzute într-un interval temporal extrem de scurt (2 ore) în data sus menționată, fapt care a diminuat capacitatea de absorbție a substratului și, în consecință, a mărit la maximum fracțiunea scursă pe versanți. Ea a determinat creșteri majore și bruște ale debitelor pe organismele de drenaj existente, dar și activarea unor torenți cu scurgere temporară sau chiar lipsiți de scurgere. De asemenea, s-a înregistrat o scurgere areală de mare intensitate, veritabilă pânză fluidă, care a acoperit în intervalul de maxim pluviometric întreaga suprafață a versanților. Menționăm că avera în cauză nu a afectat întregul teritoriu al celor două comune ci doar o suprafață de formă trapezoidală cu laturile suprapuse vâilor Molișet și Țibleșului, la vest și est, respectiv alinamentului depresiunilor submontane Molișet, Șendroaia, Strâmbulici, Poienile Zagrei

la nord și culmilor Secătura – Runc la sud. Faptul că în teritoriul de manifestare a aversei intră doar periferia montană a Țibleșului (în zona Borcut) exclude ascensiunea orografică din rândul factorilor cauzali ai precipitațiilor abundente căzute.

Contextul litologic, recunoscut ca factor activ al fenomenelor geomorfologice, indiferent care este cauza producerii lor, este definit de prezența pe toată suprafața regiunii analizate a rocilor sedimentare de vârstă eocen-oligocenă, constituite din alternanțe de gresii, marne și argile. Ele alcătuiesc monoclinuri prelungi, orientate predilect nord-sud, sau nord-vest - sud-est, aflate la originea unui tipic relief structural de custe, platforme structurale, văi subscevente, consecvente sau obsecvente. Prezența intercalațiilor argiloase apare ca un element catalizator al proceselor actuale de versant, îndeosebi a alunecărilor de teren de diverse tipuri fapt ce putea fi remarcat și anterior în peisaj printr-o serie de alunecări profunde, masive, de tip glimee (Dealul Bisericii, Muncel, Zăpodie, Dealul Secăturii etc.), dar și a diverselor forme de curgeri etc.

Contextul morfologic, biopedogeografic și antropic înscrie regiunea afectată în domeniul reliefului de dealuri înalte (700-900 m altitudine) cu energie de relief de 300-400 m, cu declivități ale versanților de până la 45-60°. Valorile menționate cresc la contactul cu

muntele și se atenuează în bazinul mijlociu și inferior al văii. Declivitatea s-a dovedit a fi un element important, cu statut de factor favorizant, în geneza proceselor de care ne ocupăm în analiza de față.

Spațiul analizat este încadrat, din punct de vedere pedogenetic, zonei cambisolurilor și spodosolurilor, cu soluri brune și brune acide de pădure bine structurate, cu orizonturi profunde ce pot asigura, în condițiile unor precipitații normale ca intensitate și durată, o absorbție bună a aportului hidric. În mod similar, vegetația și, în primul rând componenta ei forestieră, ce acoperă peste 40 % din teritoriul analizat, are un rol major în reținerea apei dar și în fixarea solului și a materialelor din perimetrul versanților. În sfârșit, presiunea antropică poate fi estimată ca moderată, mai ales în ultimele două decenii când scăderea numerică și îmbătrânirea populației sunt evidente. Deși modul de acțiune asupra substratului este nuanțat, dominantă rămâne valorificarea pastorală a întinselor terenuri ocupate de fânețe și pășuni iar secundar, într-o proporție mult mai redusă cea agricolă (pomicultură sau anumite tipuri de culturi). În ultimii ani versanții nu mai sunt cultivați iar arăturile paralele cu curba de nivel au fost o practică ancestrală ceea ce a exclus favorizarea antropică a proceselor erozionale.

Pe un astfel de fond, al existenței unor factori favorizanți latenți, care în condițiile climatului anterior au mijlocit instaurarea unui echilibru relativ al versanților, apariția bruscă a unui fenomen climatic extrem – precipitații abundente într-un interval de timp extrem de scurt – a dezechilibrat raportul dintre elementele de rezistență ale versantului și cele de instabilitate, în sensul supralicitării acțiunii celor din urmă. Dacă eroziunea areală și torențialitatea au apărut ca și consecințe nemijlocite, directe și imediate ale cantității de apă scursă pe versant, alunecările de teren produse în același timp au la origine, cu certitudine, o cauză care n-a fost invocată în mod curent până în momentul de față și anume **fenomenele orajoase** (tunetul și trăznetul).

Tunetul și trăznetul ca factori declanșatori ai alunecărilor de teren

Aversa torențială care a avut loc între orele 15-17 în data de 20 iunie 2006 în zona centrală a comunei Târlisua (cu prelungire spre est în comuna Zagra) a avut o serie de particularități ce s-au constituit într-un cumul de factori favorizanți ai deplasărilor în masă invocate.

Astfel, ea a debutat cu o ploaie obișnuită al cărei aport de apă a avut menirea de a satura, cel puțin în orizontul superior, substratul edafic. Brusca intensificare a aversei în condițiile unui pat de scurgere deja puternic îmbibat, a făcut ca întregul aport de ape să fie dirijat spre poalele versanților, spre organismele torențiale. Capacitatea erozivă s-a amplificat la maximum ca de altfel și forța ei de lovire a oricăror neuniformități ale terenurilor întâlnite.

În al doilea rând, și cel mai important din punctul nostru de vedere, îl constituie *altitudinea plafonului de nori* din perioada aversei, respectiv a stratului atmosferic în care s-au produs descărcările electrice ce determină fenomenele orajoase din categoria tunetelor și trăznetelor. Se știe că situarea formațiunii noroase la altitudini mari în raport cu relieful pe care-l survolează are ca efect un proces de disipare a energiei orajoase, atât pe verticala locului, cât mai ales periferic, lateral acesteia (Fig. 1). Dimpotrivă, poziția joasă a plafonului de nori, în special în cazul tangenței acestuia cu interfluviile, reduce aria de disipare a energiei atât prin îngustarea stratului atmosferic dintre nori și suprafața terenului, cât și prin neaccesarea spațiului periferic.

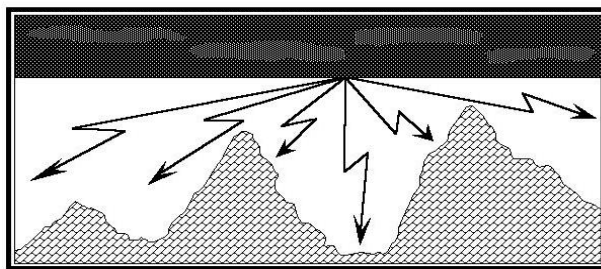


Fig. 1 Fenomenul de disipare a energiei orajoase în cazul plafonului înalt de nori

La Târlișua, în după-amiaza zilei de 20 iunie 2006, evoluția plafonului de nori la altitudini extrem de scăzute, atingând practic culmile deluroase dispuse sub forma unor interfluvii sinuoase, a determinat, în condițiile unor fenomene orajoase intense, o restrângere deosebită a spațiului lor de disipare energetică, redusă practic la secțiunea transversală a profilului morfologic al văii (Fig. 2). Într-un astfel de context meteorologic, efectul vibrațiilor produse de către tunete și trăznete a fost deosebit de pregnant, fiind la rândul său amplificat de forma de pâlnie a profilului văii dominantă în cea mai mare parte (cu excepția cuvetelor depresionare). Un alt factor catalizator, în ceea ce privește propagarea vibrațiilor menționate, pare a fi câmpul electrostatic constituit, datorită pânzei fluide generată de ploaia torențială, ce a acționat sub forma unui medium ideal de transmitere și orientare a fluxurilor energetice și vibrațiilor spre suprafața versanților (lui i se datorează, probabil, în bună parte, și vuietul generalizat semnalat de locuitorii satului în timpul aversei, la conturarea căruia nu trebuie excluse nici procesele de fracturare a substratului de sol și rocă ce au premers alunecările).

Concordanța, dusă până la suprapunere, ca secvență temporală, dintre momentul producerii fenomenului orajos și cel al declanșării alunecărilor de teren și curgerilor noroioase a fost observată de numeroși martori oculari situați în areale diferite, unele

localizate la mari distanțe în raport cu celelalte. Astfel, fenomenul a fost surprins de unii locuitori ai satului Lunca Sătească unde, pe versantul drept al văii, alunecarea a antrenat o suprafață întinsă de pădure, de persoane situate în perimetrul Văii Uleasa sau în vecinătatea „fețelor” (Fața Marcienilor, Fața Șchiopului, Fața Groșenilor) sculptate de pâraiele afluate pe versantul stâng al Văii Izvorului.

Vibrațiile directe și reflectate produse de tunete și trăznete într-un spațiu restrâns, delimitat de plafonul de nori extrem de jos și liniile celor doi versanți ai văilor, s-au constituit, fără nici-un echivoc, în factori de frângere bruscă a echilibrului versantului, a stabilității sale, instaurate în urma unei îndelungate evoluții anterioare, declanșând, în condiții de suprasaturare cu apă a stratului superficial de sol sau rocă, deplasarea materialelor componente.

Răspândirea alunecărilor și curgerilor noroioase determinate de fenomenele asociate aversei catastrofale din 20 iunie este practic generalizată la totalitatea versanților cu înclinări de peste 15°-20° (Fig. 3). Amploarea maximă au avut-o însă pe cei cu declivitate mare, care relevă un peisaj ruiniiform, brăzdat de alunecări profunde sau curgeri noroioase asociate (Fig. 4). Cea mai vastă suprafață o are alunecarea din Pârâul Văilor ce depășește 4 ha. De subliniat profunzimea alunecării menționate, în ciuda faptului că întregul areal este puternic împădurit.

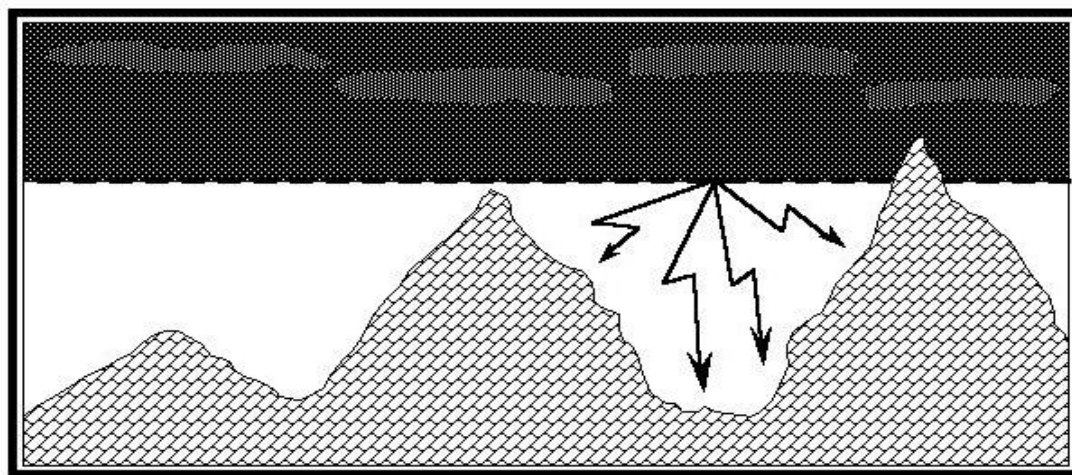


Fig. 2 Fenomenul de cumulare a energiei orajoase în cazul plafonului jos de nori

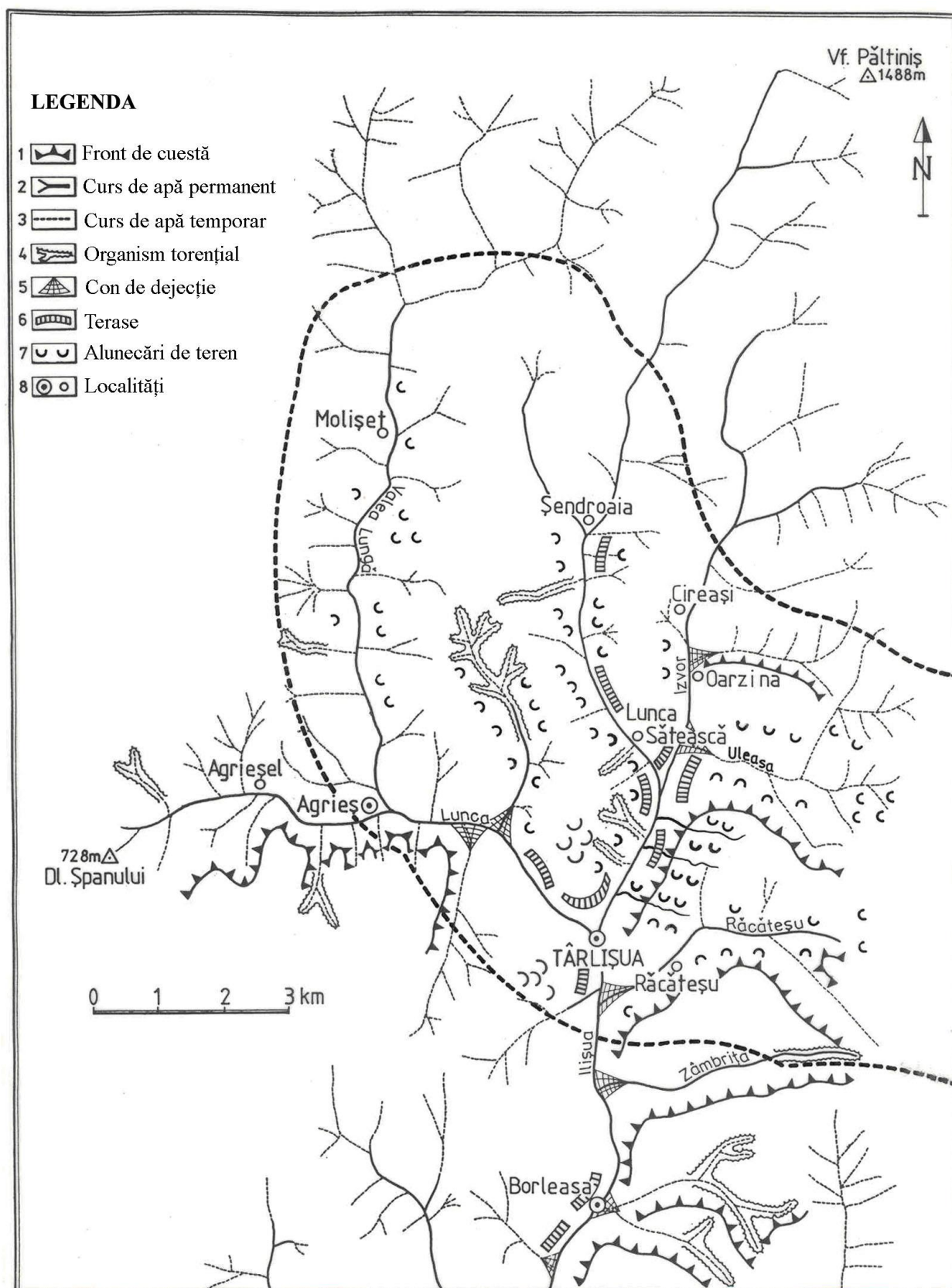


Fig. 3 Bazinul Văii Ilișua. Zona și arealele afectate de alunecările de teren din 20 iunie 2006

O inventariere comparativă a alunecărilor de teren produse în ultima jumătate de secol în același teritoriu cu cele apărute în cele două ore ale aversei din 20 iunie relevă o proporție covârșitoare a celor din urmă. Ca număr, ca suprafețe afectate, ca tipologie. Ceea ce naște supoziția că *fenomenele orajoase, prin potențialul lor de intervenție, se instituie, în timp morfologic, într-un factor genetic deosebit de eficient în ceea ce privește alunecările de teren sau diversele forme de curgeri*. Efectul acțiunii lor, pe lângă apariția unor forme propriu-zise, este cel de destabilizare intempestivă, periodică, a echilibrului versanților ceea ce va subvenționa procese de remodelare ulterioară diverse și intense.

Pe lângă rolul lor de remodelare a reliefului, de catalizare, pentru o anumită perioadă, în funcție de amplitudinea dezechilibrului indus versanților, a proceselor și microproceselor din spațiul acestora, alunecările de teren și, îndeosebi curgerile noroioase, au generat o fracțiune importantă a debitului solid transportat de valul de viitură care, în anumite sectoare din amonte ale văii Ilișua, a îmbrăcat forma unui torent noroios tipic. Ca urmare, forța de lovire a talazului de apă a sporit și, prin asociere cu materialul lemnos antrenat, inclusiv cel provenit pe seama deplasărilor de teren analizate, valul de viitură s-a transformat într-o forță distructivă

ce explică distrugerea totală a celor 23 de gospodării și afectarea altor 480 numai în comuna Târlîșua, ruperea celor două poduri peste Valea Izvorului, distrugerea liniei de alimentare cu energie electrică pe o distanță de 7 km etc.

Același debit solid, susmenționat, compus din elemente heterogene (nisipuri, pietrișuri, mълuri, argile, o diversitate de resturi vegetale etc.) a asigurat material din abundență pentru remodelarea profundă a luncii principale, devenită, după viitură, așa cum autorizat remarcă Grigore Posea într-o discuție cu subsemnatul, o *luncă aluvială tipică*. Grosimea depozitelor noi a atins pe vaste suprafețe ale terasei I valori de 40-70 cm cu înălțarea și nivelarea de rigoare a acesteia, dar și cu încastrarea fundațiilor construcțiilor rămase intacte după viitură în aluviul respectiv. Înălțimea remarcabilă a valului de viitură (peste 5 m) a condus la inudarea întregii suprafețe a albiei majore, până la racordul acesteia cu versanții (sau cu fragmente ale terasei următoare) în condițiile unei lățimi cuprinse între 200-800 m. Ca urmare, în ciuda debitului curent modest al Văii Ilișua și a unui potențial de modelare asemănător, apariția incidentală a unui astfel de fenomen, la intervale temporale chiar milenare, poate avea efecte morfogenetice dintre cele mai ample și mai surprinzătoare.



Fig. 4 Alunecări și curgeri noroioase pe versantul drept al Văii Lunga

Depozitele aluvionare au produs, de asemenea, modificări vizibile în profilul șenalului de scurgere al văii principale prin colmatarea albiei minore și ridicarea sa în medie cu cca 50 cm.

De remarcat însă faptul că, în ciuda energiei deosebite a valului de viitură, exceptând unele sectoare ne semnificative de bucle de meandre,

traseul vechii albiei nu a fost modificat, după trecerea acestuia apele revenind în matca anterioară. Ceea ce denotă un coeficient ridicat de armonizare a proceselor fluviatile în raport cu intervenția antropică, dinamica naturală a văii menținându-se.

BIBLIOGRAFIE

- COCEAN P, DANCIU RODICA (1994), *Contribuții la studiul proceselor geomorfologice din bazinul Văii Ilișua*, Studia UBB, Geographia, **1**, Cluj Napoca
- MORARIU, T., BUTA, I., MAIER, A. (1972), *Județul Bistrița-Năsăud*, Edit. Academiei RSR, București.
- POP, Gr. (2002), *Depresiunea Transilvaniei*, Edit. Presa Universitară Clujeană, Cluj Napoca
- RĂDOANE, MARIA, DUMITRIU, D., ICHIM, I. (2006), *Geomorfologie*, Ediția a II-a, vol. **I-II**, Edit. Universității Suceava.
- SURDEANU, V. (1998), *Geografia terenurilor degradate*, Edit. Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca.

Universitatea Babeș-Bolyai,
Facultatea de Geografie, Cluj Napoca

Alunecări de teren cu caracter endemic pe teritoriul satului Izvoru Alb – județul Neamț

C. BRÂNDUȘ*, I. MANOLACHE**, GH. CIUCANU**

Key words: intense landslides, landslide impoundments

Abstract: Endemic landslides in the Izvoru Alb's inhabited area. In the middle part of the Izvoru Alb river's basin (on the right bank of Bistrita river, in the area of Izvoru Muntelui – Bicaz Lake), mass movements processes have great intensities, on both slopes and know time reactivations because of a complex of lithological, morphological, climatic and especially anthropic favorable factors. As a consequence, were produced some landslide lakes, in 1914 and 2005, houses and households were destroyed, large areas of gardens, plough land and forest were degraded. Izvoru Muntelui – Bicaz Lake is an important, indirect cause of the endemic character of the landslides in area.

Satul Izvoru Alb, ce aparține administrativ de orașul Bicaz, județul Neamț, se află amplasat pe terasele de luncă și ambii versanți (treimea inferioară a acestora) ai văii pârâului Izvoru Alb, afluent pe dreapta al Bistriței în sectorul lacului de acumulare Izvoru Muntelui – Bicaz, la circa 10 km amonte de barajul acestuia.

Intravilanul satului s-a extins de pe terasele de luncă ale Bistriței pe pârâu în amunte, în actualul sector de vale, după 1960, urmarea apariției lacului Izvoru Muntelui. O bună parte a intravilanului se suprapune unor areale de vechi și repetate procese de deplasări în masă (vezi schița geomorfologică) (fig. 1).

După informațiile de la localnici, în noaptea de 16 spre 17 august 2005, un deluviiu mai vechi, de mari dimensiuni, de pe versantul drept al văii, s-a pus în mișcare, cu viteze diferite de la un loc la altul, a barat albia minoră a pârâului pe o lungime de circa 70 m și a determinat formarea unui lac cu dimensiuni apreciabile: suprafața medie de 2,6 ha, lungime de 300 m, lățime în sectorul mijlociu de 200 m și

adâncime maximă 4-5 m. Principala râpă de desprindere a deluviului se află în treimea mijlocie a versantului, acoperită cu pădure (rășinoase), dar numeroase râpe de desprindere, secundare, se află în diverse alte sectoare ale deluviului de alunecare.

S-au produs importante pagube materiale, rezumate la: 3 case, 4 grajduri și alte anexe gospodărești aflate total sau parțial sub apă, alte 8-10 case și construcții avariate, nelocuibile, importante suprafețe scoase din circuitul agricol (grădini de legume, livezi, teren arabil), șoseaua principală și un pod scoase parțial din funcție (vezi foto). Prin intervenția localnicilor de adâncire a canalului de scurgere a lacului, cât și prin adâncirea și lărgirea ulterioară, pe cale naturală, a canalului respectiv în corpul deluvial care a barat albia, nivelul apei din lac a scăzut continuu și dimensiunile acestuia s-au redus treptat, astfel că în toamna anului 2006 mai avea jumătate din suprafața inițială și adâncimi de până la 1,5 m.

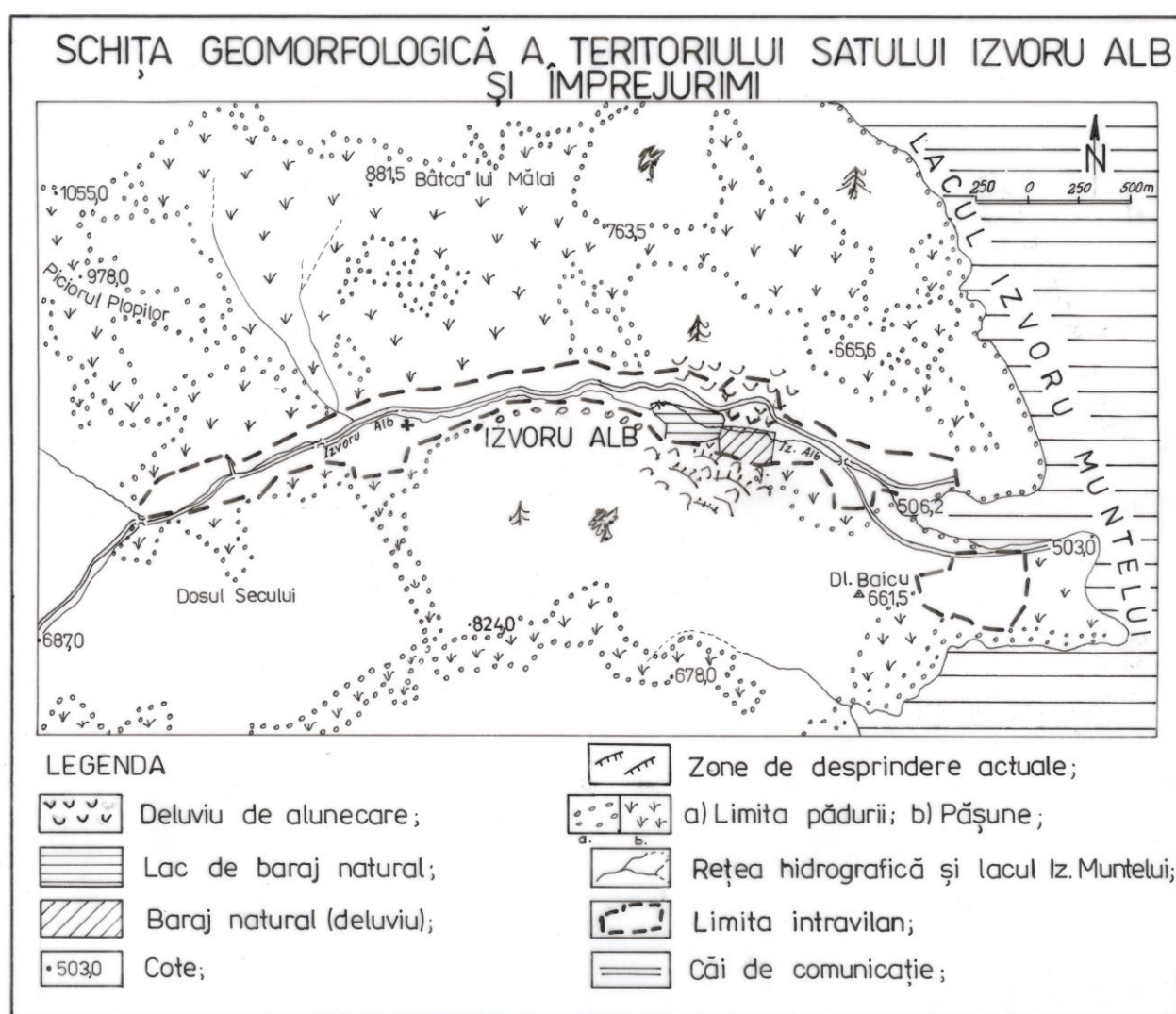


Fig. 1

Din aceleași informații ale localnicilor, în 1914 a avut loc, de asemenea, o alunecare de proporții care a condus la formarea unui lac de dimensiuni mai mici. Ulterior au avut loc periodic recrudescențe sporadice în mișcarea deluviului, ultima în aprilie 2006, când au fost afectate alte 4 gospodării. La nivelul anului 2006, satul Izvoru Alb era greu încercat de aceste dezastre geomorfologice repetate (din totalul de 129 gospodării ale sale nefiind nici una care, sub o formă sau alta, să nu fi avut pierderi materiale).

Toate aceste procese geomorfologice s-au putut produce datorită conjugării unui complex de factori naturali și antropici favorizanți.

Unul din factorii importanți este **alcătuirea petrografică**. Formațiunile geologice din sectorul de vale respectiv sunt reprezentate printr-un facies șistos argilos-grezos, ce aparține

flișului curbicortical (strate de Ceahlău) de vârstă Albian-Vraconian. În aceste condiții s-a putut forma un corp deluvial cu grosime medie de 2,5 – 3,5 m, dar care în anumite areale ajunge la mai mult de 5-6 m. Aceasta este explicația existenței și pe versantul opus (stâng) al văii a unui extins areal afectat de alunecări relativ stabile, areal care, aleatoriu, devine activ. **Factorul climatic**, caracterizat prin mari variații anuale ale regimului precipitațiilor, nu este mai puțin important. Astfel, punerea repetată în mișcare, totală sau parțială, a corpului deluvial, ca și extinderea în suprafață a acestuia coincid cu anii ploioși, când media precipitațiilor realizează valori ce depășesc 900 mm. Lipsa unui drenaj natural pe ambii versanți ai văii în sectorul respectiv a favorizat acumularea apei din precipitații în masa deluviilor. Existența unui organism torențial în

extremitatea din avale a arealului deluvial la care ne referim, care asigură drenajul apelor de pe versant, subliniază evident importanța apei la favorizarea fenomenului. Și **condițiile morfologice**, respectiv panta medie a versantului, cu valori de 10-15%, ca și forma aproximativ concavă a versantului, cu pante de 25-30% la partea superioară, au favorizat punerea în mișcare a deluviului.

În opinia noastră, rol hotărâtor au avut unele cauze de ordin antropic, între acestea, defrișarea pădurii și intensificarea activității umane pe cei doi versanți, mai cu seamă după 1960, odată cu apariția lacului de acumulare Izvoru Muntelui și strămutarea către amunte a gospodăriilor. De asemenea, deteriorarea lucrărilor de artă din albia pârâului Izvoru Alb (6-7 baraje de retenție a aluviunilor, praguri de beton pentru stabilizarea talvegului, regularizarea și betonarea albiei minore), executate concomitent cu marele baraj al lacului Izvoru Muntelui – Bicaz. De fapt, s-a produs distrugerea completă a lucrărilor respective, favorizată și de exploatarea nerațională a apei lacului, respectiv, de marea variație pe verticală a nivelului apei în timpul

anului. Astfel, talvegul pârâului Izvoru Alb s-a adâncit sub nivelul celui din anul 1960, determinând subsăparea bazei versanților.

Întrucât lucrări de captare și drenare ale apei superficiale și din corpul deluvial, măsuri ce se impun cu stringență, ca și cele de regularizare a albiei minore a pârâului sunt greu de întrevăzut în condițiile actuale, având în vedere costurile ridicate ale acestora, perspectivele de dezvoltare ale așezării sunt limitate. Deși satul Izvoru Alb a fost menționat, ca un grup de case la debușarea pârâului Izvoru Alb în Bistrița, într-un hrisov al lui Ștefan cel Mare (1458) sau pe hărți din secolul 18 (Cantemir, 1717; Bauer, 1772) și se bucură de un peisaj fizico-geografic încântător, numărul gospodăriilor (129) și al locuitorilor (233) se reduce de la un an la altul. Mai rezistă acolo cei care nu au puterea economică de a pleca sau aceia care mai sunt legați de casa părintească (cazul familiei Mihăilă, căreia îi mulțumim pe această cale pentru informațiile oferite).

Să fie acesta un caz singular în țara noastră de dezastre geomorfologice care să determine dispariția unei așezări rurale ?



Foto 1-4 Pagube materiale și Lacul de baraj natural menționat

BIBLIOGRAFIE

- BĂLTEANU, D. (1992) – *Natural hazards in Romania*, în RR, GGG, S, Geografie, t 36.
- BOJOI, I. (1964) – *Modificări geomorfologice din regiunea lacului de acumulare de la Izvoru Muntelui în cursul unei perioade de oscilație a nivelului apei*, An. Șt., Universitatea „Al. I. Cuza” Iași, s. II. b, x.
- BRÂNDUȘ, C. – (2003) – *Lacul Izvoru Muntelui (Bicaz) – important factor potențial pentru dezvoltarea agroturismului*, Anale, s. Geografie, t 3, Târgoviște.
- DONISA, I., SURDEANU, V., MIHĂILESCU, F. I., CĂRĂUȘI, I., APOPEI, V. (1979) – *Modificări în sectorul mijlociu al văii Bistrița cauzate de amenajările hidrotehnice*, Lucr. Staț. „Stejarul”, Geologie – Geografie, VII.
- MIHĂILESCU, I.F. (1975) – *Contribuții la studiul climei și microclimei din zona lacurilor de acumulare de pe valea montană a Bistriței*, Rezumat teză de doctorat, Iași.
- RĂDOANE, MARIA (2004) – *Dinamica reliefului în zona lacului Izvoru Muntelui*, Edit. Universității „Ștefan cel Mare”, Suceava.
- SURDEANU, V. (1975) – *Dinamica alunecărilor de teren din zona lacului Izvoru Muntelui*, Lucr. Colocviu Naț. de Geomorfologie aplicată și cartare geomorfologică, Iași.
- *** (1968) – *Harta geologică a României, Foaia Piatra Neamț*, Institutul Geologic.

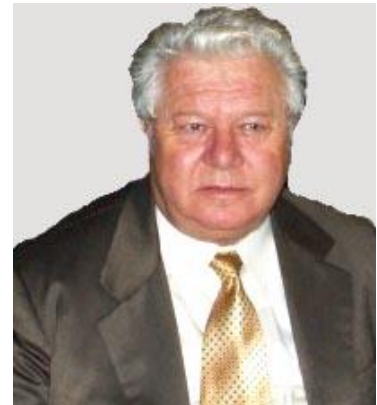
*Universitatea „Ștefan cel Mare” Suceava

**Școlile generale din comunele Hangu și Buhalnița, jud. Neamț

MISCELLANEA

OMAGIERI

Profesorul Mihai IELENICZ – o dovadă a pasiunii pentru predarea, cercetarea științifică și dezvoltarea continuă a geografiei din România



Să dorești să ajungi cât mai sus, *urcând treptele unei profesii*, nu corespunde integral împlinirii valorice de performanță, pe care o dovedește *pasiunea dăruită*, adeseori, prin incontestabile *eforturi de viață, nespuse*. În acest sens reconstituim personalitatea colegului Mihai Ielenicz, începând din anii studenției și continuând pe întreaga suită a evoluției de la preparator, la asistent, lector, conferențiar până la rodnică lui prezență, aceea de profesor.

Înțelegem că *sensibilitatea și atracția lui de către imaginea mirifică a naturii*, atât de mult diversificată pe întinderea pământului românesc, *poate să fie un dar primit prin nașterea sa*, dar *pasiunea aprinsă în această privință și-a plămădit-o prin persistență, cu o neliniștită și fermă angajare de a studia geografia prin valențele sale reale, dar prioritar „în lumina de inspirație și adevăr a terenului”*, chiar dacă a rămas un veritabil bucureștean. O asemenea stare de fapt, trebuie cu atât mai bine prețuită, cu cât viitorul profesor s-a clădit și perfecționat continuu pe drumul multor ani de muncă în „profesiunea sa de credință, știința geografică”. De acest pivot al personalității s-au legat în decursul timpului, printr-o interferență de evidentă eficiență, împreună cu împlinirile

profesionale de cadru didactic, de cercetător științific rafinat, *și talentul care îl caracterizează*, anume acela de *foarte bun organizator de activități pentru învățământ la nivel de conducere a facultății și catedrei de Geomorfologie-Pedologie* din care face parte și în acest moment fără a ne mai opri și la multe alte aspecte.

O convingătoare preocupare, aceea de a cunoaște cât mai profund domeniul geografiei, l-a condus, pas cu pas, în mai multe direcții ale pregătirii sale profesionale, pe care a răsfrânt-o întodeauna cu sensibilă generozitate în preocupările de cadru didactic. O succintă retrospectivă ne poate oferi imaginea aproape completă cu privire la cursurile predate studenților, deoarece sfera acestora este deosebit de cuprinzătoare pentru domeniul specific Geografiei fizice. Astfel, prof. Mihai Ielenicz s-a orientat prioritar în direcția *geomorfologie generală și regională*, pentru care a editat cele mai numeroase cursuri universitare, cărți și articole de cercetare științifică, fiind și în prezent predătorul titular al acestor discipline. În corelație cu ele oferă studenților de la diferite secțiuni din facultate, dar și din afara ei, *ore pentru metodologia de*

cartografiere a reliefului, observații și cercetări efectuate cu acești tineri în aplicații itinerante pe teren, practici de vară ș.a. De asemenea, aspecte strâns legate de acestea au vizat și cursuri de *Geomorfologia României*, discipline de *Geomorfologie Dinamică*. Acestora li se alătură și alte cursuri, de *Geografie Fizică generală*, *Turism și Potențialul Turismului*, *Zonare și regionare în Geografie*. Un loc important îl dețin cursurile de geografie regională pentru România, ca de exemplu *Geografia Dealurilor și Podișurilor*, *Geografia Fizică a României*, *Geografia Carpaților și Subcarpaților*. Profesorul Mihai Ielenicz este inițiatorul cursului de *Mijloace Foto în Geografie*, cu efecte benefice asupra studenților, care trebuie să învețe faptul că cercetarea pe teren nu poate să fie lipsită de o asemenea deprindere practică, de lucru. Dacă, din motive de volum al editării ne restrângem cu investigația noastră privind strânsa sinteză cu privire la activitatea didactică desfășurată de prof. Mihai Ielenicz pentru o durată care depășește efectiv patru decenii, nu înseamnă că laturi ale realizărilor sale de acest gen nu mai există. De exemplu, implicarea în organizarea și dezvoltarea unor laboratoare din facultate și de la catedra pe care în prezent o conduce, marchează în continuare dovezi elocvente în acest sens, pentru că, cel puțin de eforturile depuse în perfecționarea continuă a învățământului geografic de la Universitatea din București sunt strâns legate și grija pentru STAȚIUNEA GEOGRAFICĂ ORȘOVA, continua extindere a pregătirii unor generații de studenți la Drobeta-Turnu Severin, Călimănești, Măcin etc. Dar, înainte de a pătrunde, atât cât avem forța și locul permis ca extindere în scrisul nostru întorcând o pagină pentru enunțarea *caracterelor de performanță ale cercetării științifice*, să privim cel puțin imaginea nouă, *ca o veritabilă carte de vizită* oferită de spațiile de învățământ ale Facultății de Geografie din Capitala țării noastre, unde cu plus de estetică atractivă, multiple aspecte de echipare tehnică, funcțională, se derulează în

fața privirilor. Amfiteatrele și sălile pentru cursuri, numeroasele laboratoare și cabinete de lucru ale cadrelor didactice amplasate la etajele 3 și 4 ale clădirii centrale din bulevardul N. Bălcescu, nr. 1, *sunt completate onorabil cu astfel de compartimente chiar și la subsolul performant de luminos al clădirii*. Și, împreună cu toate acestea, la etajul 1 te întâmpină, pentru că necesită să spunem astfel, sediul Decanatului Facultății de Geografie, legat de care, la etajul 2 sunt cele trei încăperi ale Secretariatului, modern și eficient echipate, unde colectivul de lucru specializat în acest sens este prezent în colaborarea lui specifică cu profesorii și numărul impresionant de studenți de la cursuri de zi, frecvență redusă, învățământ la distanță, activități de reconversii, perfecționări.

Ne asumăm o anumită răspundere, dar nu lipsită de o sinceră bucurie, de a încerca să creionăm „imaginea” care rămâne veridică a cercetătorului științific, prof. univ. dr. Mihai Ielenicz. De la început remarcăm câteva laturi care exprimă *elemente de un anumit record* în spațiul de activitate al cercetării geografice. Suma publicațiilor științifice realizate depășește *200 de lucrări cocepute ca singur autor și în colaborare, din care 21 de cărți, 144 articole publicate în reviste de specialitate* (cu referenți), în țară și în afară acesteia, mai mult de *50 contracte de cercetare* cu diverși beneficiari, hărți murale, la care se adaugă *21 lucrări de popularizare* (cărți, articole, hărți), în conținutul cărora există frecvente realizări de pe teren.

Preocupările cercetării științifice geografice se conturează încă din anii studenției prin comunicări prezentate la Cercul științific studențesc. După anul 1964, a făcut parte din grupul de cercetare geomorfologică la nivel de catedră, devenit după 1990, Centrul de cercetare geografică pentru spațiul Carpato-Danubian condus de prof. univ. dr. doc. Grigore Posea și care a înregistrat ulterior evident alte elemente de evoluție. Cât privește problematica abordată, aceasta a vizat *o diversitate de subiecte de Geografie Fizică, dar cu accent pe acelea*

privind studiul reliefului. În ultimul deceniu, Mihai Ielenicz se lansează și în probleme de *teorie geografică, potențial turtistic, medii antropice și antropizate*, deci spre o *Geografie globală*.

Prin rezultatele cercetării s-au adus noutăți în cunoașterea detaliată a unor unități geografice (de exemplu: Munții Buzăului, M. Dognecei, M. Măcin, M. Grohotiș, bazinele văilor Slănic de Buzău, Amaradia etc.). Sunt prezente *abordări teoretice*, dar cu susținere aplicativă asupra unor concepte și noțiuni de genul *obiectul de studiu al Geografiei, Geografia mediului, despre peisaj, continuitate și discontinuitate, general și particular, zonă-zonare, regiune-regionare, tip-tipizare etc.*

O serie de observații s-au orientat în *direcția unei analize complexe a proceselor de albie, morfodinamica de versant cu accent pe studiul detaliat al alunecărilor de teren, torenți noroioși, șiroire, sufoziune*, pentru areale subcarpatice, de podișuri și Dobrogea; *cartarea și interpretarea genetico-evolutivă a suprafețelor de nivelare, nivelelor de eroziune* din spații carpatice și subcarpatice. Ca o preocupare consecventă, de durată, cu elemente de analiză dar și de sinteză este *problema teraselor și luncilor*, pentru unități și subunități geografice cu diferite dimensiuni, urmărite de la nivelul Carpaților până la compartimentele de câmpie, completându-se, ulterior, cu *lucrări pe ansamblul României*.

Cercetarea geografică a profesorului Mihai Ielenicz a mai inclus *modelarea periglaciară pleistocenă și crionivală, morfologia petrografică și structurală* urmărită pe suportul majorității treptelor morfogenetice de pe cuprinsul țării noastre, inclusiv *caracteristici ale morfologiei litoralului românesc al Mării-Negre*.

Când cercetarea științifică se diversifică în maniera prezentată de noi în linii relativ generale, ea se instituie ca o *stare de normalitate* pentru acest domeniu al Geografiei și cerința obiectivă de a se pune la punct cele mai adecvate posibilități de a ilustra prin desen rezultatele obținute în acest sens, atât din punct

de vedere teoretic, cât și practic, aplicativ și, mai ales, cât mai utilitar și eficient. De aceea, profesorul Mihai Ielenicz s-a angajat să rezolve *adaptări cât mai reușite în cartografierea fizico-geografică și, în mod deosebit pentru aceea geomorfologică vizând cu predilecție realizarea unei legende foarte detaliată și necesară reprezentării alunecărilor de teren, o legendă pentru procesele morfodinamice, harta geomorfologică generală* ș.a.

Profesorul Mihai Ielenicz a înțeles să aducă cât mai aproape de aceste rezultate personale ale cercetării științifice și *realizarea unei colecții de volume omagiale*, pe care a coordonat-o și editat-o împreună cu prof. univ. dr. Grigore Mihail și în structura căreia (în prezent 19 volume), sunt încadrați mari înaintași ai geografiei din România, între care, S. Mehedinți, G. Vâlsan, V. Mihăilescu ș.a. și cărora le urmează personalități contemporane, unele dintre acestea dispărute relativ de curând dintre cei vi. Apreciem o asemenea realizare, ea reprezentând un *prinos al recunoașterii unor vieți marcate de muncă asiduă depusă pe tărâmul gândirii, predării la cursuri, în laboratoare și pe teren*, de fapt al unei cuprinzătoare cercetări științifice pe drumul de îndelungată tradiție parcurs de GEOGRAFIA din țara noastră.

Profesorul Mihai Ielenicz dovedește prin activitățile sale profesionale cotidiene că *se află în plin avânt de creație științifică și muncă didactică*, dimensiunea zilelor sale de lucru este aceea „obișnuită” și cunoscută dintodeauna, respectiv de la primele ore ale dimineții până târziu, seara, sâmbăta și adeseori duminica făcând parte din programul pe care și l-a impus prin autoconvingere și tenacitate. Nu a dorit cu tot dinadinsul să se contureze astfel în fața colegilor și studenților, deoarece aceștia și-au definit colaboratorul și, respectiv, profesorul ca reprezentând un model de calitate valorică în multe sensuri.

Dorința de împlinire și realizare profesională, personală, a fost de mult depășită de profesorul Mihai Ielenicz, în sensul angajării sale cu

sinceră dăruire în direcția formării în specialitate a tinerelor generații de absolvenți, masteranzi, doctoranzi, profesori care își susțin gradul I didactic pentru învățământul preuniversitar. De exemplu, o asemenea preocupare o leagă foarte strâns de cercetarea pe teren, pe care și-o organizează pentru activitatea personală și, mai ales, pentru tinerii geografi care se află pe diferite trepte de pregătire și perfecționare profesională.

Contribuții valoroase aparțin prof. Mihai Ielenicz, pentru intervale de mai mulți ani, în calitate sa de președinte al Consiliului Profesorat, reprezentant de marcă al intereselor facultății în Senatul Universității din București și în Biroul acestui Senat. De asemenea, contribuțiile sale se regăsesc în multe alte comisii profesionale, ca de exemplu pentru acreditări de titluri științifice de doctor în geografie, promovări de funcții didactice universitare ș.a.

Pentru meritele sale profesionale de excepție, prof. Mihai Ielenicz a fost ales președinte al

SOCIETĂȚII DE GEOGRAFIE DIN ROMÂNIA, membru în Comitetul Național de Geografie, în Asociația Geomorfologilor din România etc.

Nu încerc o totală certitudine că imaginea personalității prof. univ. dr. Mihai Ielenicz pe care am redat-o în aceste pagini, este cea mai potrivită și binevenită. Personal, cel puțin în prezentul care trece uneori prea repede, așa mi-am conceput-o cu gândirea împlinită cu multe amintiri frumoase, toate acestea trecând prin filtrul *sfântului meu „inima”* care, cel puțin până astăzi m-a îndemnat să fiu sincer.

Stimate coleg, Mihai Ielenicz, *vă urez o viață plină de sănătate și realizări profesionale împreună cu împliniri personale*, care mereu să vă aducă mulțumiri încărcate de o adevărată bucurie știind că toate acestea sunteți oricând gata să le împărtășiți nu numai cu cei dragi, cei mai apropiați.

„Mulți ani, cu lumină de viață!”

Mihail Grigore

Profesorul Ioan MAC – geomorfolog și creator de școală geografică



Profesorul universitar, doctor în Geografie, Ioan Mac (1 septembrie 1937) a transmis de-a lungul unei cariere didactice și științifice de excepție, (46 de ani) informația științifică despre geomorfologia și geografia românească și mondială, generațiilor de studenți geografi, masteranzi și doctoranzi ori doctori. A elaborat legi, concepte, a suplinit disfuncțiile literaturii geografice contemporane prin modele ce au facilitat investigarea geografică.

A trecut pragul Facultății de Științele Naturii, urmând cursurile specializării Geografie, în anul 1956, fiind absolvent al Școlii Pedagogice din Năsăud. După absolvire, în anul 1961, este încadrat ca cercetător la Institutul de Geografie. În perioada 1961-1968, în care activează ca cercetător, urmează și studiile doctorale (1963-1969), sub îndrumarea profesorului universitar dr. doc. Tiberiu Morariu, membru corespondent al Academiei Române, și obține în 1970, titlul de doctor în geografie, cu teza “*Subcarpații transilvăneni dintre Mureș și Olt*”.

Formarea ca geograf, nu poate fi definită, doar prin experiența acumulată ca cercetător, la Institutul de Geografie al Academiei Române (1961-1968), ori ca bursier, în stagiul postdoctorat, la *Deutsche Hochschule*, München (1971), Germania, ci mai ales prin opțiunea aleasă, de a fi cadru didactic universitar: șef lucrări (1968-1986), conferențiar (1986-1990); profesor universitar titular (1990) la Facultatea de Geografie a Universității „Babeș-Bolyai” din Cluj-Napoca. Activitatea s-a derulat pe fondul unei tradiții în domeniul *geomorfologiei*, fiind discipol al Profesorului *Tiberiu Morariu*.

Urmându-i îndemnul, înscrie activitatea de cercetare geomorfologică în proiecția științifică a acestui distins dascăl, continuând investigarea Transilvaniei, în special și a României, în general. Într-un asemenea context academic, profesorul Ioan Mac și-a focalizat atenția asupra geomorfologiei dinamice, conturând o direcție relativ nouă pentru școala românească. Sprijină această nouă orientare prin publicarea de carte și articole științifice, în reviste de prestigiu din țară și străinătate: *The Valley Pediments* (1970); *Massive landslides in the Transylvanian Basin* (1974); *Legea modelării selective și formarea reliefului* (1976); *Modelarea diferențiată și continuă a versanților din Depresiunea Transilvaniei*; *Elemente de geomorfologie dinamică* (1986); *Geomorfosfera și geomorfosistemele* (1996).

Dinamic și pragmatic, Profesorul Ioan Mac inițiază numeroase studii aplicative, prin care susține dezvoltarea geomorfologiei aplicate. Studiile publicate: *Specificul spațiului geografic românesc* (1990); *Aplicarea principiului catenei în geografie* (1990); *The Assessment of Critical Environmental Situations at Microscale Levels (Microregions, Local Areas)*, 1996 ; *The Concept of Consequentiality and Synergism as Support of Geographical Approach* (1996) etc. au vizat problematica evaluării reliefului, premisă a dezvoltării orașelor din Transilvania, dar și pe cele referitoare la stabilirea unităților microscalare pentru amenajările teritoriale și sinergismul sistemelor teritoriale în procesul de amenajare. Preocupările pentru studiile cu tematică aplicativă ilustrează stăruința Profesorului

Mac Ioan pentru validarea geomorfologiei în sistemul științelor practic-ingineresti.

Activitatea profesională de înaltă ținută științifică este argumentată de statuarea unor termeni în geomorfologia românească: *pedimentele de vale, văile de deraziune, procesele cataclinale, autoproiectarea proceselor și formelor de relief*. Dezvoltă concepția senzitivității geomorfologice în devenirea reliefului, teoria clinotropiei ș.a.

Fire dinamică și perfecționistă, participă la schimburi interacademice în țările Europei: Ungaria, 1972; Grecia, 1980; Rusia, 1986; Franța (Paris, 1990 și Toulouse, 1991); Serbia (Beograd, 1993); Elveția (Zürich, 1994); Italia (Milano și Modena, 1995); Olanda (Utrecht, 1996); Marea Britanie (Chichester și Bognor Regis, 1997, Norwich, 2000); Spania (Barcelona și Alicante, 1997); Germania (Würzburg, 1998), fie ca invitat și ca promotor al unor direcții noi de investigare în geografia postdecembristă (1989), fie din dorința de a contacta diverse medii academice și a implementa noi direcții de studiu în geografia și geomorfologia românească.

Dorința continuă de a promova școala geografică românească, și în special școala geomorfologică clujeană, este demonstrată de participarea la manifestările științifice naționale și internaționale pe probleme de geomorfologie: Mc Master University – Canada; Praga, 1994; Visegrad, 1994; Budapesta, 1996; Chieti, 1996; Bologna, 1997; Firenze, 1999; Bari, 2001; Reims, 2004. Participă la Congresele Mondiale de Geografie: Washington, 1992; Haga, 1996; Seul, 2000.

Intuind schimbările curriculare în învățământul universitar, în contextul viitorului sistem de învățământ european – Bologna, profesorul Mac inițiază o strategie pe termen lung a învățământului geografic clujean, axată pe identificarea în practică a demersului științific, context în care, o singură catedră, *Geografia*, nu putea răspunde exigențelor impuse de noua metodologie de investigare a spațiului geografic.

După o experiență de șef de catedră de patru ani (1986-1989), primul pas, după re alegerea Domniei Sale ca șef de catedră, în 1992, a fost realizat prin înființarea *FACULTĂȚII DE GEOGRAFIE*, a Universității Babeș-Bolyai, în

anul 1994. Desprinderea din angrenajul Facultății de Biologie, Geografie și Geologie, a reprezentat un pas hotărâtor în definirea sintagmei „reusită – afirmare”. Ales ca Decan al Facultății de Geografie (1994-2000), reușește să fundamenteze cadrul tehnic al unei *Catedre de Mediu*, al cărei șef de catedră va deveni în anul 2000. Desfășoară, ca șef de catedră (2000-2003) o activitate laborioasă și promovează o politică „științifică”, care se regăsește valoric și în activitatea cadrelor didactice de la Facultatea de Mediu, unora fiindu-le *Magistru* în coordonarea activității doctorale.

Deschis la nou, implementează două specializări, în premieră, în învățământul universitar geografic românesc, *Planningul teritorial și Știința Mediului*, iar la nivel de colegiu specializările *Geoinformare și Prospectare turistică și Topografie, Cartografie și Cadastru*. Aceste specializări vor funcționa atât la Cluj-Napoca, cât și în cadrul Colegiilor din teritoriu, respectiv: Gheorgheni, Sighetu Marmăției, Bistrița, Zalău și Sighișoara.

Recunoașterea științifică de care s-a bucurat în comunitatea universitară și locală a fost percepută prin funcțiile și sarcinile încredințate (membru în Senatul Universității „Babeș-Bolyai” din Cluj Napoca; membru în comisia de urbanism a Consiliului Județean Cluj; Director al Institutului de Geografie, Filiala Cluj (1994-2000); redactor responsabil al revistei *Studia Geographie* (1994-2000); redactor șef-adjunct al Revistei *Terra* a Societății Române de Geografie; membru al colectivului de redacție al revistei *Studii și Cercetări de Geografie* a Academiei Române), dar și prin *disticțiile* și *premiile* acordate (*Premiul Academiei Române „Grigore Cobălcescu”* (1986), *cadru didactic evidențiat* (1989) acordat de Ministerul Învățământului, *distincția* Institutului de Geografie din București (1994), *distincția* Societății de Geografie din România (1995), *Membru de Onoare* al Societății de Geografie (2000), *diploma* Universității „Babeș-Bolyai” Cluj, pentru înființare instituții universitare, în 2004).

Meritele științifice ale profesorului Mac au avut ecou și peste hotarele României, prin specialiștii formați în școala doctorală clujeană. Recunoașterea internațională a fost marcată de

către *Universitatea din Cahul, Republica Moldova*, prin acordarea titlului de *Doctor Honoris Causa*, în anul 2004, iar recunoașterea întregii activități științifice, de către Consiliul Național al Cercetării Științifice din Învățământul Superior din România, a fost răsplătită prin decernarea premiului „*Opera Omnia*”, în anul 2005. Pe același palier se înscrie și activitatea de *visiting profesor* (sau *profesor invitat*), la universități prestigioase din vestul și centrul Europei, pentru cursuri și prelegeri universitare în cadrul programelor TEMPUS și SOCRATES (Bristol, Bognor Regis, Würzburg, Modena, Debrecen, Firenze, Barcelona).

Opera științifică a Profesorului Mac reflectă, în bună parte, *caracterul și temperamentul* omului Mac, dar și *atitudinea geografică*, care pot fi rezumate la expresia *îndrăznește – afirmă – argumentează*. A îndrăznit să afirme prezența subcarpaților pe ramura internă a Carpaților Orientali („*Subcarpații Transilvăneni dintre Mureș și Ol*” Editura Academiei Române, 1972), a afirmat un concept și o metodologie de raportare a spațiului subcarpat transilvan la celelalte unități subcarpatice ale spațiului carpato – danubiano – pontic și a definit funcționalitățile peisajelor transilvane. Lucrarea „*Elemente de geomorfologie dinamică*”, (Editura Academiei Române, 1986) a prefigurat raportarea „*drumului*” geografic al profesorului Mac, în citatela cunoașterii geografice, un drum meandrat, asemănător râului care-și perfectează profilul de echilibru.

Profesorul Mac a *perfectat* acest echilibru *metastabil* al cunoașterii geomorfologiei dinamice a spațiului transilvan, aplicând modelul Blong & all. la *versantul* someșan din Podișul Someșan ori Câmpia Transilvaniei. Nu au fost indiferente geografului Mac nici vecinătățile spațiului sălăjan al copilăriei, dedicând spațiului maramureșan lucrarea „*Munții Oaș-Gutâi-Țibleș*” (Edit. Abeona, 1992), iar spațiului sălăjean lucrarea: *Buciumi, un sat din „Țara de sub munte”*, colaborare, Edit. Acad. Române, 1971.

Experiența acumulată în misiunile geografice europene și americane i-au permis elaborarea unor concepte moderne asupra *paleogeografiei*

teritoriului României, asupra resurselor naturale, asupra geografiei generale, geomorfologiei și geografiei României („*Paleogeografia României*”, 1995; „*Geomorfosfera și geomorfosistemele*”, Editura Presa Universitară Clujeană, 1999; „*Geografie generală*”, Editura Europontic, 2000; „*Geografia Văii Dunării Românești*”, „*Geografia României*”, vol. I (1983), vol. II (1987), vol. IV (1991); „*Geomorfologie*”, partea I (1975), partea a II-a, 1976), „*Geografia turistică generală*” (1992); „*Știința Mediului*”, 2003, Edit. Europontic, Cluj-Napoca).

Dreptul de a îndrăzni nu înseamnă și reușită, dar perseverența în căutarea adevărului aduce uneori alinarea. Poate că această alinare, a însemnat pentru profesorul Mac îndrăzneala, transmisă discipolilor săi de a continua investigația, de a găsi noi resurse de afirmare a *Geografiei și Geomorfologiei Românești*. Cei 25 de doctori în știința geografică, pregătiți și îndrumați de Profesorul Mac reprezintă poate tot atâtea răspunsuri la frământările intelectuale ce au vizat disfuncțiile peisajelor românești (pragurile de substanță și energie; dimensiunea geomorfologică a siturilor rurale și urbane; morfologia bazinelor molasice cu relief de domuri și cute diapire (I. Irimuș); potențialul geoecologic al ariilor montane; reflexul meteorizației în conturarea morfodinamicii cuverturii de alterare; substratul și peisajul geografic; calitatea mediului; convergențe morfologice ale teritoriului cu activitățile turistice, de planificare, amenajare și dezvoltare durabilă, etc. Acestea se adaugă articolelor publicate în reviste interne și internaționale (217); cursurilor universitare (4), tratate (3), granturi (10), inclusiv cu Banca Mondială.

Participarea nemijlocită, alături de alți colegi din țară, la constituirea *Asociației Geomorfologilor din România* s-a dovedit benefică pentru lansarea *Geomorfologiei Românești* în structurile științifice internaționale, iar acest eveniment major s-a realizat la Congresul Internațional de Geomorfologie, Bologna, 1997, odată cu primirea Asociației Geomorfologilor Români în Asociația Internațională a Geomorfologilor (IAG).

Acumularea unei *experiențe științifice și didactice* de excepție a fost remarcată în centrele universitare românești, dar și în străinătate. Recunoașterea spiritului managerial al profesorului Mac poate fi argumentat prin fundamentele conceptuale, ale unei geografii moderne, integrate lumii academice clujene și românești, dar și prin apartenența Domniei sale la organizații, asociații culturale și profesionale: *membru* al Societății Române de Geografie (din 1962); *vicepreședinte* din 1992; *membru* al Asociației Geomorfologilor din România (*vicepreședinte* 1994-1998; *președinte* 1998-2001); *membru* al Asociației Oamenilor de Știință din România (din 1992); *membru* al CERG (Centre European sur les Risques Geomorphologiques - Comunitatea Europeană - 1996); *membru* al Asociației Internaționale a Geomorfologilor, 1997; *membru* în Consiliul Național al Cercetării Științifice Universitare din România; *președinte* al Comisiei de Științele Vieții și ale Pământului (1994-1997); *membru* al Comitetului Național de Geografie (din 1999).

Aceste calități manageriale i-au susținut demersurile științifice cu reprezentanții școlii geomorfologice și geologice italiene, Profesorul Mario Panizza, Profesorul Giuliano Rodolfi și Profesorul Paolo Federici (alături, în proiect fiind Profesorul univ. dr. Nicolae Josan și

Profesorul univ. dr. Dan Bălțeanu, membru corespondent al Academiei Române), la Praga (1994), pentru a organiza la Universitatea „Babeș-Bolyai”, Facultatea de Geografie, primul Work-Shop româno-italian, pe tematică geomorfologică (*alunecările de teren din Transilvania*), în toamna anului 1995, work-shop care se derulează anual, iar anul acesta s-a realizat a XI-a ediție, în Belgia, la Universitatea din Gent (la a opta ediție, la Camerino – Italia, au aderat și Franța și Belgia). Rezultatele științifice ale acestor Work-shop-uri au fost bine mediatizate și implementate în strategia de dezvoltare a învățământului postuniversitar de tip master. Tematica acestor Work-shopuri a fost jalonată de specificitatea morfostructurală și morfodinamică a peisajelor geomorfologice italiene (modeneze, toscane, pugliene, genoveze), românești (transilvănene, piemontane vestice, subcarpatice, bucovinene, deltaice, litorale și dobrogene), franceze (alsaciene și loreneze), belgiene (litorale și fluviale).

Un bilanț la 70 de ani de viață, susținut de o activitate științifică și academică prestigioasă, oferă un model greu de egalat, dar care invită la competiție.

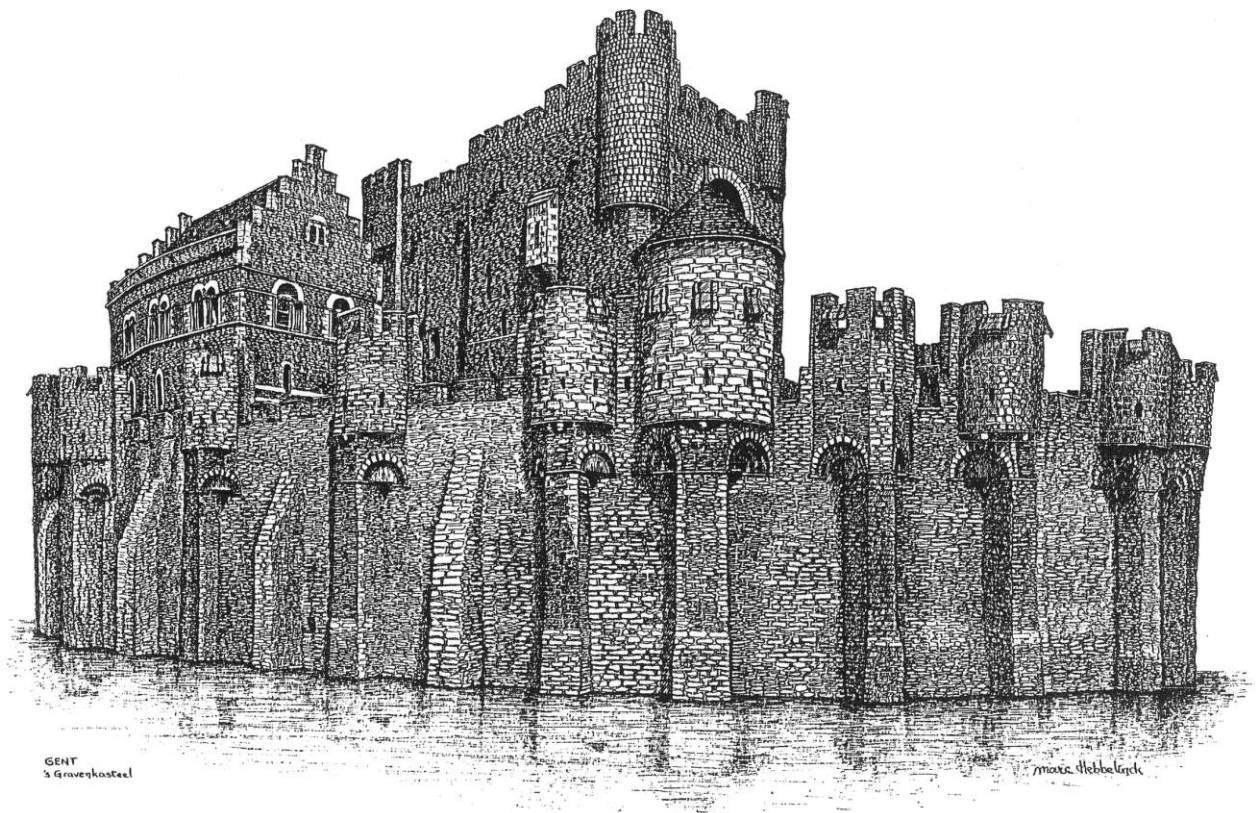
La Mulți Ani, Domnului Profesor MAC!

Ioan-Aurel IRIMUȘ

"OL'MAN RIVER"

ASPECTS GEO-ARCHEOLOGIQUES des RIVIERES et des PLAINES ALLUVIALES

Colloque International
Gand, Belgique, 22-24 septembre 2006



Colocviul Internațional de Geomorfologie “OL’MAN RIVER”

Gand, Belgia, 22-24 septembrie 2006

Colocviul de Geomorfologie, desfășurat la Gand în Belgia, sub titulatura: *Aspecte geo-arheologice ale râurilor și câmpiilor aluviale*, este de fapt cel de al XI-lea workshop inițiat de geomorfologii din România și Italia. Acestui work-shop bilateral, ce a debutat în 1996 la Cluj-Napoca, i s-au pus bazele cu ocazia Conferinței Internaționale a Geomorfologilor din 1995 de la Praga și a fost începutul unei lungi colaborări între Asociația Geomorfologilor din România și Asociația Italiană de Geografie Fizică și Geomorfologie. Ulterior, la acest work-shop au aderat oficial asociațiile geomorfologilor din Franța (Groupe Français de Géomorphologie) și Belgia (Belgian Association of Geomorphologists), cărora, în timp, li s-au adăugat alți geomorfologi. Astfel, la acest din urmă colocviu au participat atât geomorfologi cât și arheologi din numeroase țări ale Europei (reprezentanți a 21 state) și chiar din America de Sud (Argentina, Brazilia).

Desfășurat sub egida Universității Het Pand din Gand, colocviul a fost organizat de prof. dr. Morgan De Dapper și prof.dr. Frank Vermeulen cu sprijinul I.A.G. (Asociația internațională a geomorfologilor) – grupul de lucru în geo-arheologie și a E.S.F. (Fundatia europeană de științe) – COST Actiunea A27 (grupul de lucru nr. 3). Dat fiind numărul mare de geomorfologi și arheologi ce și-au anunțat participarea cu 30 prezentări orale și 39 postere, încă din perioada premergătoare acestei reuniuni am fost avertizați de a respecta un grafic orar strict pentru bunul mers al colocviului.

Geomorfologii din România au fost prezenți cu două comunicări (*The role of the alluvial plains of Olt River in the emergence and evolution of human settlements in the depressions of Brașov and Făgăraș – The Brasov county, Romania*, A. Cioacă, M. Dinu și *Some aspects regarding the evolution of the floodplains of Transylvanian rivers and its influence upon the conservation of the cultural*

resources, V. Surdeanu, D. Gotiu, I. A. Irimus, D. Petrea) și cinci postere (*The Romanian Plain, a Danube alluvial plain where the river discovers the history*, A. Cioacă; *Importance des déséquilibres morpho-hydrologiques pour les sites archéologiques. Etude de cas dans la Plaine Roumaine*, F. Grecu, L. Comănescu, G. Ioana-Toroimac, R. Dobre, E. Cârțumaru; *Importance des déséquilibres morpho-hydrologiques pour les sites archéologiques Etude de cas dans la vallée du Danube*, F. Grecu, L. Comănescu, R. Dobre, C. Ghiță, G. Ioana-Toroimac, M. Vișan; *Reconstitution des paléo-paysages Transylvains à partir des routes et des castres romains de la Dacie Supérieure*, I. A. Irimus, V. Surdeanu, D. Petrea, F. Fodoreanu, D. Gotiu; *L'évolution pendant le Quaternaire de la Plaine de Criș*, N. Josan). Menționez că dintre geomorfologii români prof. Nicolae Josan și prof. Florina Grecu au condus sesiunile 3 și 5 de comunicări.

Dacă discuțiile pe marginea comunicărilor orale prezentate nu au evidențiat o ieșire din tiparele obișnuite ale reuniunilor științifice geomorfologice și geo-arheologice, aș vrea să mă opresc în cele ce urmează asupra aplicației de teren ce a urmat colocviului propriu zis. Desigur, dacă inițial eram descumpăniți de tematica acestui colocviu, iar în sesiunile de comunicări multe din problemele ridicate de colegii belgieni și olandezi au reprezentat pentru noi o noutate, excursia avea să destrame orice urmă de incertitudine. Organizată în ținuturile pe care cei mai mulți dintre noi le asociam cu *transgresiunea flandriană*, aspectele geo-arheologice ale câmpiei costiere occidentale a Belgiei au devenit relevante și deosebit de instructive pe măsură ce aplicația de teren s-a desfășurat.

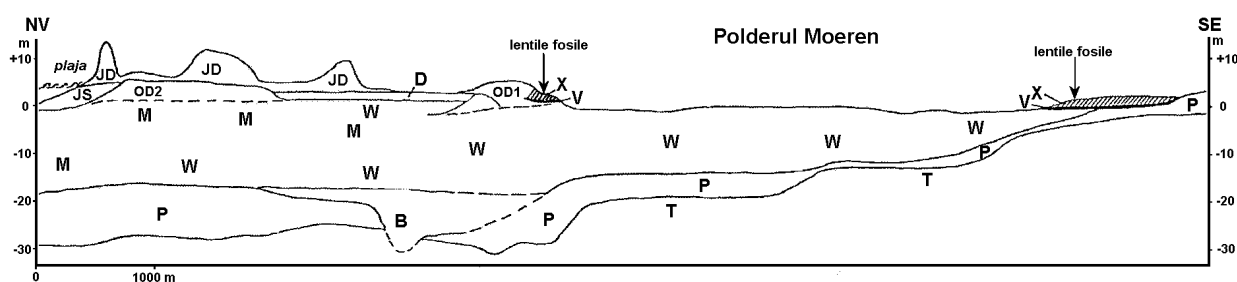
Prima oprirea a avut loc la Raversijdel, la câțiva kilometri sud de Ostende, unde se află aeroportul turistic ce deservește cunoscuta stațiune balneară flamandă. Săpăturile

arheologice realizate în perioada 1992-2005 au scos la iveală nu numai vestigii care atestă ocupațiile locuitorilor satelor ce au ființat aici din perioada romană, dar și evoluția acestora, de la satele pescărești din sec. XV, până în perioada modernă când apele mării s-au îndepărtat cu câțiva km. Astfel, pescuitul, una din ocupațiile tradiționale a fost înlocuit cu creșterea animalelor și o agricultură bazată pe valorificarea terenurilor amenajate hidrotehnic. Aceste recente descoperiri din domeniul arheologiei maritime au fost însoțite de ample investigații de geomorfologie litorală ce-și găsesc materializarea în câteva săli ale muzeului Institutului Flamand de Arheologie.

Următoarea oprire avea să ne edifice asupra evoluției geomorfologice recente a unui polder, respectiv "De Moeren". Prezentarea acestui tip de relief, creat de om și modelat inițial în regim antropic, intrat ulterior în regim natural de modelare de-a lungul secolelor, a fost selectat un punct aflat în proximitatea frontierei franco-belgiene, ce partajează cele 3000 de ha între Franța (2000 ha) și Belgia (1000 ha). Executarea demonstrativă de către studenții grupei de studii ecologice a unor foraje expediționare, a confirmat practic informațiile

primite de la prof. emerit Cyriel VERBRUGGEN că prezența turbei sub straturile de nisip evocă o mlaștină veche. Aceasta, s-a format pe locul unui lac puțin adânc (care apare și pe o hartă din 1664 ilustrând ghidul excursiei) ce făcea parte din salba de lacuri costiere de pe țărmul belgian.

Ultima parte a aplicației ce a avut loc în Koksijde, ne-a prilejuit cunoașterea reliefului de dune de pe plaja omonimă și a complexului de situri arheologice "Teen Duinen". De altfel prezența unui șir dublu de dune între Moeren și mare este evidentă. Trebuie să amintesc aici, că în principal morile de vânt aveau ca activitate pomparea apei din lacurile dintre dune, aflate sub nivelul mării și transformarea terenurilor în poldere. Astfel, moara de vânt vizitată alături de alte 19 au pompat între 1616 și 1625 apa lacului Moeren în firavul curs de apă Ringsloot care la rândul lui a evacuat-o în mare lângă Dunkerque. Astfel, s-au obținut terenuri de cultură ce au fost utilizate ca atare până în 1944, când trupele germane în retragere încercând să apere orașul Dunkerque sau să întârzie înaintarea trupelor aliate, au deschis stăvilarele și au inundat polderul pentru mai multe luni.



Profil geomorfologic generalizat prin polderul Moeren (prelucrare a autorului după originalul întocmit de De Ceunynck, 1984).

JD, Dune recente (după sec. al XI-lea); **JS**, plaja recentă formată din sedimente marine; **D**, argile depuse în transgresiunea Dunkerque; **OD2, OD.2**, dune mai vechi de vârstă De Panne (epoca fierului); **X**, sedimente haotice; **V**, urme de turbă; **OD1**, dune vechi din Adinkerke (3000 ani î.Ch.); **OS**, vechi sedimente de plajă activă; **M**, sedimente marine; **W**, sedimente plane depuse de maree; **B**, sedimente de apă dulce de vârstă Boreală; **P**, sedimente Pleistocene (Weichel + Eern); **T**, sedimente Terțiare (argile de leper - Eocen).

Adrian CIOACĂ

RECENZII

Florina GRECU, (2006), *Hazarde și riscuri naturale (ediția a III-a)*, Editura Universitară, București (222 p., format B5, 84 de figuri și fotografii incluse în text, 19 tabele și 148 poziții bibliografice)

Aflată la cea de-a treia ediție, lucrarea de față prezintă deja garanția succesului. Dorința continuă de autodepășire a autoarei a făcut ca începând de la prima ediție (1997), și continuând cu cea de-a doua (2004), calitatea materialului prezentat să fie mereu îmbunătățită prin adăugarea celor mai noi informații din lumea științifică și nu numai.

Prezenta ediție o completează pe precedenta prin dezvoltarea unor capitole, prin exemplificări teoretice și prezentarea unor evenimente recente și sugestive pentru impactul dezastruos pe care îl pot avea tipurile de hazarde analizate.

Structurată pe patru capitole, lucrarea debutează prin conturarea terminologică a vastului domeniu al hazardelor și riscurilor naturale în contextul lor istoric și tratarea metodologiei de transpunere cartografică a acestora, proces deosebit de complex și totodată imperios necesar pentru creionarea strategiilor de management a dezastrelor.

În continuare, autoarea analizează minuțios fenomenologia hazardelor geologice, a celor geomorfologice, atmosferice și hidrice.

Hazardele și riscurile geologice au unele dintre cele mai devastatoare efecte asupra mediului și a comunităților umane, fapt subliniat în lucrarea de față. Vulcanismul și fenomenele seismice sunt prezentate mai întâi teoretic, pentru înțelegerea fenomenelor și a proceselor conexe, iar mai apoi sunt punctate exemple sugestive la nivel global și național. În ceea ce privește fenomenele seismice foarte interesantă este prezentarea cronologică a celor mai severe evenimente din România, în perioada 1000-2000, dar și a celor produse în Europa și Asia la sfârșitul ultimului mileniu. Deosebit de binevenite sunt și precizările referitoare la măsurile de autoprotecție a populației în contextul în care țara noastră

prezintă un grad de vulnerabilitate mare la producerea de seisme și un grad scăzut de pregătire a populației pentru a face față unui eventual dezastru.

Relația de interdependență dintre *fenomenele geomorfologice și cele legate de degradarea solurilor* a impus analizarea lor în cadrul aceluiași capitol. Fenomenele de risc geomorfologic (deplasări prin cădere, prin sufoziune și tasare, alunecări de teren și procesele hidrice de versant) sunt definite, clasificate și analizate în detaliu în raport cu factorii lor de control. De asemenea este subliniat și impactul pe care acestea îl au asupra populației. În continuare se tratează eroziunea solului, fie neconcentrată, fie torențială, precum și alte procese de degradare a solului (laterizarea, gleizarea, salinizarea, podzolirea intensă ș.a.).

Fenomenele atmosferice și cele hidrice de risc (ciclonii tropicali, tornadele, orajele, trăsnetele, viscolul, inundațiile, secetele, deșertificarea ș.a.) interferează în ceea ce privește manifestarea și cele mai dezastruoase sunt caracterizate prin declanșare rapidă și impact direct asupra populației. Se remarcă prezentarea celor mai recente dezastre la nivel mondial (tornada de la Făcăieni, 2002, care a reprezentat un fenomen insolit în istoria țării noastre; furtunile tropicale din Atlantic – 2005; inundațiile din România din vara anului 2006; un istoric deosebit de interesant al inundațiilor produse de Tibru în Roma ș.a.).

Fiecare capitol este însoțit de exemplificări ale impactelor pe care hazardele prezentate le au asupra comunităților umane. Ilustrarea lor este cât se poate de sugestivă, fiind însoțită de imagini, tabele și explicații teoretice și practice de un real folos pentru cititor. De asemenea, la sfârșitul fiecărui capitol se regăsesc itemi de verificare a cunoștințelor, care completează

demersul didactic în beneficiul studenților și nu numai.

Meritul lucrării constă în oferirea unui volum impresionant de informații, care conturează, chiar și cititorului mai puțin avizat, o viziune unitară asupra hazardelor naturale. Suportul

cartografic, tabelele și fotografiile ilustrează și nuanțează informațiile din text. Studiul de față este deosebit de binevenit în contextul în care frecvența hazardelor naturale este tot mai mare, iar urmările pe care acestea le au sunt tot mai severe.

Dana GOȚIU

Alberto Mariano CAIVANO (2003), *Rischio idraulico ed idrogeologico (III ed.)*, EPC Libri, Roma, 272 p., numeroase tabele, schițe, grafice, CD.

Prin structura și modul de abordare a problemelor legate de riscul indus de ape, lucrarea *Rischio idraulico ed idrogeologico* tradează specializarea autorului-inginer în Ufficio Difesa del Suolo della Regione Basilicata (AATO 1 di Potenza). Întregul material prezentat (11 capitole și anexa) se constituie într-un model de analiză pertinentă a gestionării hazardelor și riscurilor hidrice, în consens cu logica științifico-practică și a legislației italiene. Un rol important se acordă unor concepte utilizate, cum sunt pericolozitatea/siguranța, vulnerabilitatea, diferitelor metode de determinare ai unor parametri de analiză a riscului folosind

computerul, precum și lucrărilor de inginerie hidrologică (capitolele 2-6). Caracterul multidisciplinar al fenomenelor de risc hidrologic și hidrogeologic se regăsește în capitolul referitor la gestiunea inundațiilor (cap.11), în care se pune accent pe cartarea la diferite scări a mai multor tipuri de risc (hidrologic, seismic, industrial etc.).

Formulele de calcul, exemplele concrete de utilizare a diferitelor programe (existente pe CD) fac din carte un prețios instrument de lucru, util nu numai inginerilor hidrologi, ci și geografilor și tuturor celor interesați de fenomenele extreme datorate apei din râuri sau apei subterane.

Florina GRECU

