

ANALIZA STABILITĂȚII VERSANȚILOR PE BAZA HĂRȚILOR DE RISC

Beț Nicolai, asist. univ., drd

Universitatea Tehnică a Moldovei

Rezumat: Elaborarea unei hărți de risc la alunecări ale unui versant, sau a unei zone, reprezintă o activitate de cercetare complexă. Harta de risc la alunecare a unui versant sau a unei zone de interes se efectuează pentru posibilitatea de alunecare a versantului dar care încă nu s-a produs și pentru care nici nu există vre-un semn vizibil că ar exista pericolul declanșării acestora. Aceasta se bazează pe întocmirea prealabilă a unui pachet de hărți ajutătoare, corespunzătoare principalilor factori care poartă un rol decisiv în menținerea sau pierderea stabilității versantului cercetat, analiza separată a fiecărui factor și, ulterior, analiza stării de echilibru a versantului în contextul acțiunii simultane a mai multor factori.

Cuvinte cheie: harta, alunecare de teren, risc, hazard, versant, harta de hazard, indice structural de alunecare

Harta de risc natural la alunecări de teren reprezintă sinteza datelor privind prognoza stării de echilibru a versanților, a pagubelor materiale și a pierderilor de vieți omenești ce pot fi cauzate de producerea alunecărilor de teren, pe un anumit areal și într-un interval de timp. Elaborarea hărții de risc natural la alunecări de teren se realizează, de regulă, într-un sistem informațional integrat, având la bază baze de date informatizate și hărți digitale. Banca de date aferentă hărții de risc natural la alunecări de teren se realizează prin colectarea, stocarea și prelucrarea informațiilor și datelor necesare referitoare la:

- baza topografică și cartografică (hărți digitizate, fotograme, imagini satelitare etc.);
- alunecările de teren existente și lucrările de remediere executate;
- caracterizarea mediului natural din punct de vedere geologic, geomorfologic, hidrologic, hidrogeologic, meteorologic, pedologic, al vegetației etc.;
- intervențiile asupra versanților care pot schimba echilibrul natural al acestora (defrișări, lucrări de terasamente, amplasarea construcțiilor pe versanți sau la partea superioară a acestora etc.);
- utilizarea prezentă și de perspectivă a terenului (zone locuite, zone industriale, suprafețe agricole, păduri etc.);
- elementele expuse hazardului la alunecări de teren (construcții, terenuri).

Harta de hazard la alunecări de teren a localității, raionului, se întocmește pe etape, începând cu zonele cu o densitate mare a elementelor expuse hazardului la alunecări de teren, precum și/sau în zonele în care s-au identificat fenomene de instabilitate. Harta de hazard la alunecări de teren se întocmește pe baza planurilor și hărților topografice, prin documentare, studii și cercetări de teren, avându-se în vedere date geologice, geomorfologice, hidrogeologice, hidrologice, meteorologice, existența alunecărilor de teren și a lucrărilor de remediere a acestora, date referitoare la intervențiile asupra versanților de natură să schimbe echilibrul natural și altele.

Harta de hazard la alunecări de teren se realizează în două etape, după cum urmează:

- etapa I – în această etapă se colectează toate informațiile morfologice, hidrologice, climatice, geologice, geotehnice și hidrogeologice existente în documentații întocmite pentru scopuri diverse, aferente zonei care se cercetează, precum și cartări geologice inginerești și hidrogeologice foarte detaliate; cu datele colectate în această etapă se întocmește harta de risc la alunecare a zonei cercetate, hartă care este considerată ca fiind satisfăcătoare pentru scopul care a fost elaborată;

- etapa II – pentru a crește substanțial gradul de precizie a hărții de risc la alunecare a unei zone, se vor executa lucrări de prospecțiuni (geofizice, lucrări miniere, teste efectuate în situ) și analize geotehnice de laborator pentru a determina caracteristicile fizico-mecanice ale rocilor din zona cercetată;

Pentru elaborarea hărții de risc la alunecare a unei zone în etapa a II sunt necesare următoarele hărți ajutătoare:

- *harta topografică* – baza de reprezentare a hărților de risc la alunecare; aceste hărți trebuie să prezinte elemente clare de hidrografie, planimetrie și îndeosebi de nivelment;
- *harta geomorfologică* – se redactează pe baza cartării de suprafață, cu materializarea datelor culese pe harta topografică; lucrările de cartare geomorfologică constau în identificare și localizarea fenomenelor

erozionale, a alunecărilor de teren existente în diferite faze de evoluție, prezența izvoarelor de coastă ș.a.m.d.; o atenție deosebită trebuie acordată alunecărilor de teren existente deoarece acestea sunt cele mai valoroase surse de informare asupra potențialului de alunecare a versanților;

- *hartă litologică-structurală la contactul rocă de bază-formațiune acoperitoare* – această hartă se referă la identificarea rocii de bază care reprezintă fundamentul versantului;

În acest sens este necesară colectarea următoarelor informații privind formațiunile geologice cercetate :

- vârsta,
- compoziția litologică,
- starea fizică actuală,
- elementele structurale caracteristice (cute, flexuri, falii),

- *hartă distribuției indicelui structural de alunecare la contactul rocii de bază cu deluviul* – această hartă exprimă prin izolinii probabilitatea de alunecare a versantului, pe suprafețele de minimă rezistență situate în interiorul rocii de bază precum și pe suprafața de contact dintre depozitele deluviale și roca de bază;

Harta se întocmește la baza indicelui structural de alunecare, definit ca raportul dintre unghiul aparent de alunecare β' al suprafeței structurale considerate și unghiul de înclinare α al suprafeței versantului:

$$I_a = \frac{\beta'}{\alpha} \quad (1)$$

- într-un oarecare punct de pe suprafața unui versant, unghiul aparent de înclinare β' al suprafeței structurale, în secțiunea orientată pe direcția liniei de cea mai mare pantă a suprafeței versantului, se determină cu relația :

$$\operatorname{tg} \beta' = \operatorname{tg} \beta \cdot \sin \omega \quad (2)$$

în care β este unghiul real de înclinare al suprafeței structurale, iar ω unghiul dintre direcția suprafeței structurale și direcția secțiunii geologice de reprezentare;

- unghiul α se determină cu relația :

$$\alpha = \operatorname{arctg} \cdot \frac{\Delta h}{\Delta l} \quad (3)$$

în care Δh reprezintă diferența de cotă, iar Δl reprezintă distanța dintre curbele de nivel între care se înscrie punctul considerat;

- dacă pozițiile suprafeței versantului și suprafeței structurale se exprimă prin unghiurile azimutale δ_v și δ_s ale înclinării suprafețelor considerate, unghiul ω se determină cu relația :

$$\omega = |\delta_v - \delta_s| + 90^\circ \quad (4)$$

- pentru redactarea hărții de distribuție a indicelui de alunecare trebuie parcurși următorii pași:

- întreaga suprafață a versantului care face obiectul întocmirii hărții de risc se împarte într-un caroiaj cu celule pătrate, cu dimensiuni ale celulelor care se stabilesc în funcție de variațiile elementelor structurale ale rocilor cercetate; se va urmări ca în limitele pătratului în centrul căruia se găsește nodul ochiului de rețea luat în considerație, atât suprafața versantului cât și cea structurală a rocilor să poată fi approximate ca fiind plane;
- în fiecare nod al rețelei se calculează indicele structural de alunecare;
- prin interpolarea valorilor indicelui structural de alunecare, notate în fiecare nod al rețelei, se trasează curbe de egală valoare a acestui indice.

- *hartă cu izohipse la contactul rocă de bază-deluviu* – această hartă are la bază cunoașterea cotelor absolute ale acestei suprafețe într-un număr optim de puncte distribuite cât mai uniform pe suprafața cercetată; cotele absolute se obțin prin măsurători topografice și prin documentarea materialele existente: foraje, puțuri, excavații etc.;

- *hartă cu izopahitele depozitelor deluviale* – se realizează prin suprapunerea hărții topografice și a hărții cu izohipsele suprafeței de contact dintre roca de bază și deluviu; această hartă este utilă și necesară pentru evaluarea suprafețelor potențiale de rupere pe care este posibil să se producă alunecări;

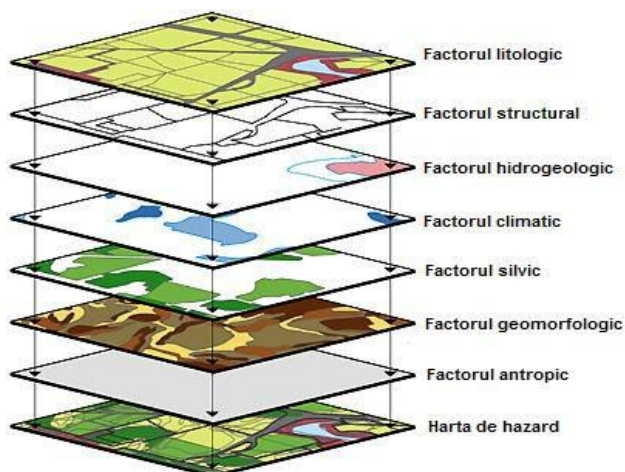
- *hartă hidrogeologică cu hidroizohipse și hidroizofreat* – starea de eforturi din cadrul unui masiv de pământ este puternic influențată de prezența apei și a dinamicii curgerii acesteia prin versant; apa poate proveni atât din pânza freatică de adâncime cât și din infiltrațiile apelor meteorice de suprafață; în cadrul lucrărilor de redactare a acestei hărți sunt necesare lucrări de determinare a cotelor absolute ale nivelurilor hidrostatice, măsurate într-un număr optim de puncte, într-un interval de timp cât mai scurt, corespunzător aceluiași condiții meteorologice și hidrologice; harta cu hidroizohipse (linii de egală adâncime a suprafeței freactice sub suprafața terenului) și harta cu izofreat oferă o imagine a distribuției apei subterane în masivul de pământ, precum și

determinarea unor parametri utilizați în calculele de stabilitate precum gradientii hidraulici, forțele de filtrație, grade de umiditate, volume de rocă imersată, posibilități de producere a fenomenelor de antrenare hidrodinamică, etc.

Toate hărțile ajutoare trebuie să fie redactate la aceeași scară cu harta de sinteză, care constituie harta de risc la alunecare. Harta de risc la alunecare din cadrul etapei a II-a se construiește pe baza diagramelor de variație a forțelor de împingere, corespunzătoare fiecărei secțiuni de calcul, prin corelarea acestora în limitele perimetrului analizat, obținându-se în final o hartă cu izolinii de egală forță de împingere, având în același timp și factorii de stabilitate corespunzători secțiunilor de calcul luate în considerație.

Conform metodologiilor în vigoare, pentru redactarea hărții de hazard la alunecări de teren este necesară parcurgerea următoarelor etape:

- estimarea valorii și a distribuției geografice a coeficienților de risc K_{a+h} pe baza criteriilor prezentate în normele metodologice, în domeniul de variație specific: litologic (K_a), geomorfologic (K_b), structural (K_c), hidrologic și climatic (K_d), hidrogeologic (K_e), seismic (K_f), silvic (K_g), antropic (K_h) (figura 1) ;



- stabilirea gradelor de potențial (scăzut, mediu, ridicat) cărora le corespunde o anumită probabilitate de producere a alunecărilor (practic zero, redusă, medie, medie-mare, mare și foarte mare);
- împărțirea arealului pe care se dorește întocmirea hărții de hazard la alunecări de teren în suprafețe poligonale delimitate astfel încât să reprezinte depozite cât mai omogene litologic și structural;
- evaluarea, pentru fiecare suprafață poligonală, a coeficienților de risc K_{a+h} ;
- calcularea coeficientului mediu de hazard

Fig. 1 Etapele de redactare a Hărții de risc

K_m , corespunzător fiecărei suprafețe poligonale analizate, cu relația:

$$K_m = \sqrt{\frac{K_a \cdot K_b}{6} \cdot (K_c + K_d + K_e + K_f + K_g + K_h)} \quad (5)$$

- întocmirea hărții cu distribuția geografică a coeficientului mediu de hazard K_m .

Harta de risc la alunecări de teren cuprinde, în principal, delimitarea următoarelor zone:

- arealele declarate, potrivit legii, zone de risc la alunecări de teren;
- zonele construite expuse alunecărilor de teren și la care urmează să se stabilească măsuri pentru atenuarea și/sau înlăturarea efectelor alunecărilor de teren;
- zonele unde frecvența și amploarea ridicată a alunecărilor de teren nu permit executarea de lucrări de remediere și impun instituirea interdicției amplasării construcțiilor definitive.

Interpretarea hărții de risc natural la alunecări de teren permite adoptarea unor categorii de măsuri pentru prevenirea producerii alunecărilor de teren și atenuarea efectelor acestora, constând, în principal:

- modificări în utilizarea terenurilor; restricționarea și, după caz, interzicerea amplasării construcțiilor și/sau a utilizării terenului, în funcție de categoria de folosință și de limitările induse de riscul la alunecări de teren;
- schimbarea destinației terenurilor și adoptarea măsurilor constructive suplimentare, acolo unde este cazul;
- elaborarea de programe privind asigurarea bunurilor și persoanelor pentru cazuri de alunecări de teren;
- monitorizarea alunecărilor de teren în vederea instituirii sistemelor de prognoză și avertizare;
- alocarea judicioasă a fondurilor pentru aplicarea măsurilor menite să diminueze riscul la alunecări de teren;
- realizarea planurilor de intervenție în caz de dezastru.

Concluzii:

Dacă sunt corect întocmite, hărțile de risc permit adoptarea unor măsuri eficiente de prevenire a dezastrelor potențiale datorate producerii alunecărilor de teren și luarea unor decizii raționale privind amplasarea construcțiilor și executarea unor lucrări de excavații fără a fi periclitată stabilitatea terenului.

Într-o primă etapă hărțile de risc la alunecare trebuie să devină documente obligatorii pentru toate zonele construite și cele potențial construibile, urmând ca acțiunea de elaborare a acestora să fie extinsă treptat până la acoperirea întregului teritoriu a țării.

Bibliografie

1. *"Norme metodologice privind modul de elaborare și conținutul hărților de risc natural la alunecări de teren" Monitorul oficial(Romania) Nr.305 din 7 mai 2003;*
2. *Greco, F. "Hazarde și riscuri naturale", Edit. Universitară, București 2004;*
3. *Grigore, M. "Reprezentarea grafică și cartografică a formelor de relief", Edit. Academiei, București 1979;*
4. *Irimuș, A. "Cartografiere geomorfologică", Cluj-Napoca 1997;*
5. [John Grotzinger](#), [Thomas H. Jordan](#), [Frank Press](#), [Raymond Siever](#) "Understanding Earth Fifth Edition"
6. *Orlov, S. „Evaluarea geologică și ameliorarea terenurilor riscante” , Editura UTM, Chișinău 2005;*
7. *Pujina Dorel "Potențialul și probabilitatea la alunecare a versanților";*
8. *Sorin Herban, Mihaela Sturza, Anca Baci* "Cartarea alunecărilor în funcție de coeficientul de siguranță".