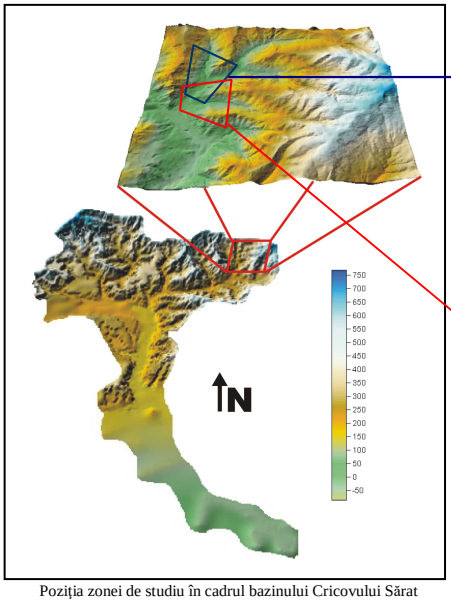
APRECIEREA STABILITĂŢII VERSANŢILOR PE BAZA MODELULUI DIGITAL AL TERENULUI

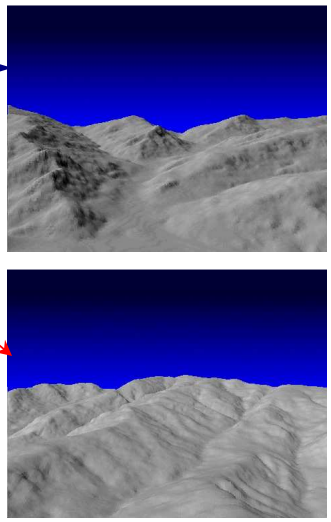
Cornel TUDOSE

Metodologia se bazează pe modelul pantei infinit stabile care pune sub echilibru (în stare de echilibru) componentele instabile ale gravitaţiei, frictiunii şi coeziunii pe un plan înclinat paralel cu suprafaţa solului, efectele asupra muchiilor fiind neglijabil. Presiunea slabă datorată compoziţiei solului reduce stresul efectiv normal, care prin unghiul frictiunii este legat de puterea brută. Presiunea scăzută a apei este calculată presupunându-se o situaţie hidrologică stabilă, cu adâncimi ale solului saturat calculat a fi suficient pentru a susţine o dislocare laterală proporţională cu specificul zonei. Metoda de calcul îşi trage numele de instabilitate a terenului din cercetări ale pantei, a specificului zonei cercetate şi din parametrii materialului cuantificat (precum suprafaţa) şi climatul (privit ca un parametru de umiditate). Fiecare intre aceşti parametrii este delimitat pe un grid al zonei studiate. Principalul rezultat al acestei abordări este un indice al stabilităţii, cu ajutorul cărora se clasifică stabilitatea terenului a fiecărei celule a zonei studiate. Variaţiile topografice sunt automat analizate cu ajutorul sistemului digital, ceilalţi parametrii definiţi ca instabili au limite interioare şi superioare în care se pot încadra. Indicele stabilităţii (I_S) este definit ca fiind probabilitatea ca o zonă să fie stabilă presupunând distribuţia uniformă a parametrilor. Această valoare se întinde 0 (cea mai instabilă) şi 1 (cea mai puţin instabilă)

Cartările efectuate cu această metodă a presupus ca principalele clase de stabilitate să fie identificate şi cartografiate bazându-se pe informaţii brute, relative, pentru a identifica repede regiunile unde aspecte mult mai detaliate sunt necesare. În tabelul 1 sunt date mai multe clase ale stabilităţii care pot fi definite prin intermediul indicelui de stabilitate. Alegerea intervalelor este subiectivă, cerând judecată şi interpretare în ceea ce priveşte definirea claselor. În exemplul dat se folosesc termenii de „stabil", „moderat stabil", „cvasi stabil" pentru a clasifica regiuni care potrivit modelului ar trebui sa fie stabile. În acest caz I_S reprezintă factorul de siguranţă care dă o scară a magnitudinii factorilor destabilizatori (cum ar fi o creştere a umidităţii datorată unei inundaţii locale) necesare pentru calcularea instabilităţii. Se folosesc termenii de „prag inferior" sau „prag superior" pentru a caracteriza regiuni unde, potrivit parametrilor folosiţi de model probabilitatea de instabilitate este mai mare respectiv mai mică de 50%. Factorii externi nu sunt necesari pentru a induce instabilitatea în aceste regiuni. Instabilitatea poate creşte doar prin simpla combinare a parametrilor din interiorul graniţelor care pot fi clasificate ca fiind nesigure şi variabile.



Poziţia zonei de studiu în cadrul bazinului Cricovului Sărat



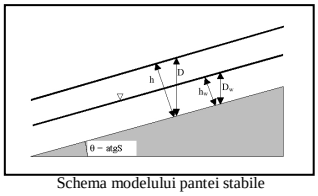
Panta (%)	Panta (°)	% din suprafaţă
0	0.0	42.2163
24	13.5	15.1930
33	18.3	42.4021
47	25.2	0.1121
67	33.8	0.0636
71	35.4	0.0087
94	43.2	0.0002
100	45.0	0.0032
118	49.7	0.0003
141	54.7	0.0002

Modelul stabilităţii pantei ca factor de siguranţă este dat de:

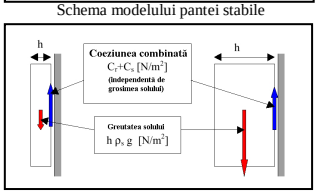
$$FS = \frac{C_r + C_s + \cos^2\theta\left[q_s g(D - D_w) + (q_s g - q_w g)D_w\right]tg\phi}{Dq_s g \sin\theta\cos\theta}$$

Unde:

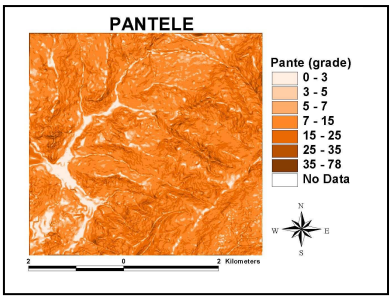
C_r – este coeziunea rocii de bază [N/m^2];
C_s – este coeziunea solului [N/m^2];
Θ – este unghiul pantei;
q_s – este densitatea solului umed [kg/m^3];
q_w – este densitatea apei [kg/m^3];
g – este acceleraţia gravitaţională [9,81 m/s^2]
D – este adâncimea solului [m];
D_w – este adâncimea pânzei de apă freatice [m];
Ø- este unghiul de frictiune internă al solului;

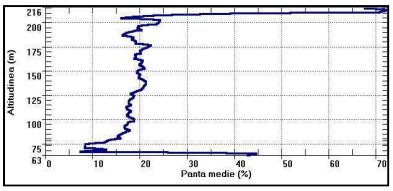


Schema modelului pantei stabile



Conceptul de dimensionare a coeziunii



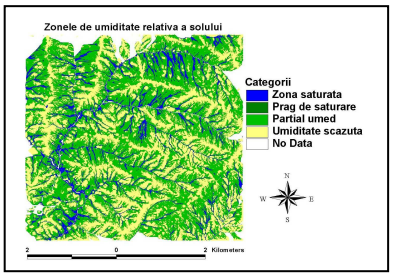


Indicele relativ de umiditate defineşte adâncimea relativa a pânzei freatice în profilul de sol.

Harta prezentată estimează umiditatea relativă a solului pentru fiecare celulă, bazându-se pe următorii indicatori: suprafaţa celulei, suprafaţa donatoare (bazinul de recepţie specific, adâncimea solului şi rata de reâncărcare (intensitatea ploii).

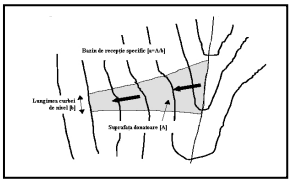
Se delimitează patru intervale cu umiditate specifică:

- Zonă saturată – unde celulele sunt saturate cu apă;
- Prag de saturare – unde celulele au un potenţial ridicat să devină saturate;
- Parţial umed – unde celulele conţin o cantitate redusă de apă;
- Umiditate scăzută – unde celulele au puţine şanse de a fi umezite, iar adesea sunt asociate cu interfluviile.

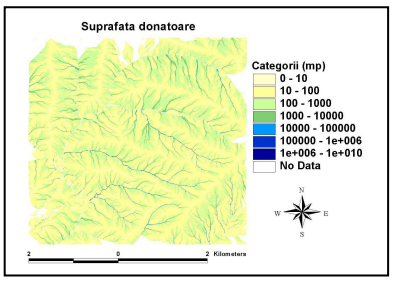


Suprafaţa donatoare sau bazinul de recepţie specific reprezintă raportul dintre suprafaţa drenată până la celula ţintă şi lungimea curbei de nivel care determină suprafaţa de drenaj. Cea mai mică valoare care o poate lua indicele este egală cu dimensiunea celulei gridului. Spre exemplu pentru un model digital al reliefului de 10m, aria unei celule este de 100mp (10x10). Pragul specific suprafeţei donatoare pentru o celulă trebuie sa fie de 10mp (100mp/10m), iar valorile tuturor suprafeţelor donatoare mai mari de 100.000 sunt rotunjite la 100.000. Pentru harta stabilităţii versanţilor aceasta nu pune probleme pentru că suprafeţele mai mari de 100.000 sunt transformate in curgeri permanente.

În alăturată este prezentată reţeaua de drenaj cu nuanţe de galben pentru bazinele hidrografice mici şi cu albastru bazinele hidrografice mari.



Definirea bazinului de recepţie specific



Indicele de stabilitate

Suprafeţele, unde în cel mai rău scenariu posibil, *FS* este mai mare ca 1 sunt termenii acestui model, necondiţionat stabile şi definim:

$$I_S = FS_{\min} = \frac{C_1 + \cos\theta\left[1 - \min\left(x_2 \frac{a}{\sin\theta}, 1\right)r\right]t_1}{\sin\theta}$$

Pentru suprafeţele unde factorul minim de siguranţă este mai mic ca 1 există posibilitatea producerii riscurilor. Este o posibilitate spaţială până la nesiguranţă (variaţie spaţială) în *C*, tgØ şi *T*. Această probabilitate nu are un element temporal cum ar fi *R* ce caracterizează umiditatea solului, aceasta poate varia în timp. Pragurile de nesiguranţă în *x* combină probabilităţile spaţiale şi temporale. În aceste regiuni (cu $FS_{min}<1$) definim:

$$I_S = prob(Fs > 1)$$

Peste distribuţia parametrilor *C*, *x*, *t* (ecuaţia 10). Cel mai bun scenariu este când: $C=C_2$, $x=x_1$, $t=t_2$, care dă:

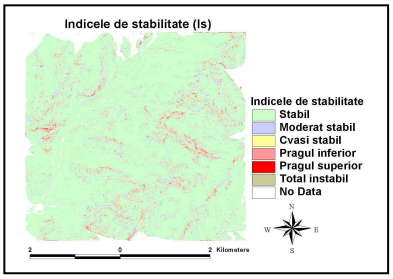
$$FS_{\max} = \frac{C_2 + \cos\theta\left[1 - \min\left(x_1 \frac{a}{\sin\theta}, 1\right)r\right]t_2}{\sin\theta}$$

În acest caz $FS_{max} <1$, atunci:

$$I_S = prob(FS > 1) = 0$$

Definirea claselor de stabilitate

Clasa	Condiţii	Starea	Influenţa factorilor în modelare
1	I_S>1.5	Pante stabile	Factori destabilizatori importanţi sunt necesari pentru instabilitate
2	1,5>I_S>1,25	Pante moderat stabile	Factori destabilizatori moderaţi sunt necesari pentru instabilitate
3	1,25> I_S>1	Pante cvasi stabile	Factori destabilizatori minori conduc către instabilitate
4	1> I_S>0,5	Pragul inferior spre pante degradate	Factorii destabilizatori nu sunt necesari pentru instabilitate
5	0,5> I_S>0	Pragul superior spre pante degradate	Factorii stabilizatori sunt responsabili pentru stabilitate
6	0> I_S	Pante degradate	Factori stabilizatori sunt necesari pentru stabilitate



	Moderat Stabil	Cvasi-Stabil	Stabil	Pragul Inferior	Pragul Superior	Total Instabil	Total
Suprafaţa (kmp)	17.4	2.0	1.2	0.6	0.0	0.0	21.2
% din regiune	82.0	9.5	5.9	2.7	0.0	0.0	100.0