

IMPLEMENTAREA TEHNICII GIS ÎN STABILIREA NOTELOR DE BONITARE PE UN TEREN AGRICOL

Biali Gabriela*¹, Popovici Nicolae*,
Horjan Oleg**², Moraru Teodor **

Résumé

Dans cette Note, nous présentons la méthodologie courante/standard utilisable en Roumanie pour la détermination de la qualité/fertilité des terrains agricoles et du degré de favorabilité de ces terrains pour des différentes utilisations / cultures et nous faisons des propositions concrètes pour l'implémentation des techniques SIG (Systèmes d'Information Géographique) dans ce but.

1. Introducere

Ținând seama îndeosebi de ritmul alarmant în care se diminuează rezervele de sol pe plan mondial, cunoașterea stării actuale și a evoluției solurilor și a însușirilor lor a devenit una dintre cele mai importante probleme ale omenirii, vitale pentru progres și stabilitate, pentru mediul înconjurător. Necesitatea de supraveghere sistematică a evoluției proprietăților solului a devenit imperioasă în ultimele decenii, ca urmare a intensei dezvoltări a societății și extinderii industrializării, ce a determinat frecvent poluarea mediului ambiant cu diferiți agenți chimici pe suprafețe apreciabile.

În acest context, stabilirea calității solurilor capătă o importanță deosebită, atât pentru proprietarii agricoli, cât și pentru factorii de decizie din domeniul managementul agricol.

Evaluarea calității terenurilor agricole presupune o acțiune complexă de cercetare și bonitare (evaluare aprofundată a factorilor de creștere și rodire a plantelor și de determinare a gradului de favorabilitate a acestora pentru fiecare folosință sau cultură). Această operație se face actualmente prin calculul unor note de bonitare în condiții naturale, pe baza unor indicatori de bonitare pentru fiecare suprafață de teren ecologic omogenă (TEO).

Din multitudinea condițiilor (factorilor de mediu care caracterizează fiecare unitate de teren -TEO) și care determină capacitatea de producție a terenurilor, inclusiv creșterea plantelor, se ține seama doar de cele mai importante și care pot fi grupate pe clase: de relief, resurse climatice, hidrologice și de însușiri ale solului. În cadrul acestor clase au fost stabiliți numai anumiți indicatori, mai importanți, mai ușor și mai precis cuantificabili și care se găsesc, de obicei, în lucrările de cartare existente.

* Universitatea Tehnică „Gh.Asachi” ,Iași, **Universitatea Agrară de Stat din Moldova, Chișinău

În acțiunea de bonitare, pentru fiecare indicator au fost alcătuite scări valorice sau compartimentări. Treptele scărilor valorice sau compartimentările au fost stabilite astfel încât să permită diferențierea influenței lor prin cifre sau coeficienți.

Pentru a facilita stocarea și prelucrarea computerizată, indicatorii și compartimentările lor se codifică cu simboluri sau cifre.

2. Rolul Sistemelor Informaționale Geografice (GIS) în activitatea de bonitare

Ținând seama de faptul că factorii care determină capacitatea de producție a terenurilor au o distribuție spațială, adică primesc o anumită valoare în fiecare punct din spațiu, considerăm că acțiunea complexă de bonitare (îndeosebi pe suprafețe mari) nu se poate realiza decât în cadrul unui sistem informațional spațial. În acest context, aplicarea tehnicii Sistemelor Informaționale Geografice /Teritoriale (GIS/LIS), în scopul enunțat, se impune și se justifică, atât pe considerente economice, cât și al siguranței și rapidității cu care se prelucrează datele și se obțin în „în timp real” informațiile dorite.

Pentru implementarea acestei tehnici, baza de date, conținând date alfanumerice (de tip atribut) și date grafice georeferențiate relativ la un anumit teritoriu luat în studiu, poate fi considerată cea mai importantă, deoarece de calitatea acestor date depind performanțele viitorului sistem informațional. Crearea bazei de date, cu valorile georeferențiate pe arii largi a indicatorilor ce determină nota de bonitare, este facilitată de folosirea modelului „raster”, bazat pe suprapunerea, peste zona luată în studiu (cu suprafața având zeci sau sute de hectare), a unei rețele / grile rectangulare de ochiuri / celule pătrate. Pentru fiecare celulă elementară a rețelei se stabilesc inițial valorile indicatorilor de bonitare, ce vor fi apoi stocate cu ajutorul calculatorului electronic într-o bază de date relațională.

Dimensiunile celulei, ce determină de altfel și gradul de detaliere al studiului întreprins, depinde, în principal, de relieful terenului, suprafața și variația distribuției diferitelor tipuri de soluri și folosințe. Astfel, cu cât suprafața zonei este mai mare, relieful mai neuniform, iar solurile și folosințele au o mai mare diversitate, celulele vor avea dimensiuni mai mici.

Prelucrarea computerizată a datelor stocate în baza de date, după algoritmul specific de calcul al notei de bonitare, prin folosirea hărților tematice, de cartare (pante, folosințe, tipuri de soluri, lucrări de îmbunătățiri funciare etc.), uneori și a imaginilor de teledetecție numerizate (exprimate digital) și stratificării datelor georeferențiate (prin tehnica overlay – fig. 1), oferă posibilitatea obținerii, în final, a unor informații deosebit de utile, inclusiv asupra evoluției / monitoringului ecopedologic pe suprafețe oricât de mici (la nivel de celulă/pixel).

Constituirea unităților TEO (elaborarea hărții cu unități TEO) rezultă tot prin tehnica de suprapunere pe straturi a informațiilor spațiale și alfanumerice asupra acelorași indicatori folosiți ca și la bonitarea propriu-zisă și la potențarea notelor de

bonitare. Notele de bonitare – naturale sau potențate, se calculează pentru fiecare unitate TEO. Pe baza hărților cu unitățile de teritoriu (TEO) și notelor de bonitare ale acestora, se pot realiza hărțile de favorabilitate pe folosință și culturi, grupând, de exemplu, notele de bonitare din 10 în 10 puncte în cazul hărților de detaliu și din 20 în 20, până la 100 puncte la care se adaugă o grupă peste această valoare, pentru hărțile de sinteză.

Hărțile de favorabilitate se pot realiza la nivelul de unitate de teren sau la nivel de parcelă, solă etc., folosind notele de bonitare și ținând seama de componenții parcelei, solei etc. și proporția acestora. La nivel de parcelă, trup, fermă etc., notele de bonitare se vor determina ca medii ponderate ale notelor unităților TEO componente. Pentru folosința ca arabil a teritoriului respectiv, nota de bonitare se poate calcula ca medie aritmetică a celor mai mari note pentru un anumit număr de culturi (de obicei 4).

Odată cu bonitarea, pe baza unor indicatori (precum pretabilitatea pentru irigații, necesitatea lucrărilor de combaterea eroziunii solului, de prevenire și combatere a salinității și alcalinității etc.), se poate face o caracterizare tehnologică a terenurilor respective, în scopul stabilirii necesităților și posibilităților de sporire a capacităților de producție. Valorile acestor indicatori, pe clase și subclase, se pot evidenția în baze de date alfanumerice relaționale, cât și pe hărțile specifice repartiției lor în teritoriu.

3. Metodologia de bonitare curentă

În țara noastră, bonitarea, se face pe baza sistemului elaborat și îmbunătățit de către D. Teaci. Explicarea favorabilității pentru diferite plante se face prin note de bonitare în condiții naturale și potențarea notelor de bonitare, prin aplicarea lucrărilor de îmbunătățire funciare și a unor tehnologii curente ameliorative.

Pentru calculul notelor de bonitare în condiții naturale, se folosesc anumiți indicatori de bonitare iar pentru aplicarea lucrărilor de îmbunătățiri funciare și a unor tehnologii curente ameliorative, se utilizează indicii, denumiți indicatori de potențare.

În cadrul acestor grupe de factori, au fost stabiliți numai anumiți indicatori, mai importanți, mai semnificativi, mai ușor și mai precis măsurabili, care se găsesc, de obicei, în lucrările de cartare existente și anume:

- temperatura medie anuală – valori corectate – indicator 3C;
- precipitații medii anuale – valori corectate – indicator 4C;
- gleizare – indicator 14;
- pseudogleizarea – indicator 15;
- salinizarea sau alcalinizarea – indicator 16 sau 17;
- textura în Ap sau în primii 20 cm - indicator 23A;
- poluarea – indicator 29;
- panta – indicator 33;
- alunecări – indicator 38;
- adâncimea apei freatice – indicator 39;
- inundabilitatea – indicator 40;

- porozitatea totală în orizontul respectiv – indicatorul 44;
- conținutul de CaCO₃ total pe 0 – 50 cm – indicatorul 61;
- reacția în Ap sau în primii 20 cm – indicator 63;
- gradul de saturație în baze în Ap sau 0 – 20 cm – indicator 69;
- volum edafic – indicator 133;
- rezerva de humus în stratul 0 – 50 cm – indicator 144;
- excesul de umiditate la suprafață – indicator 181;

În cazul lipsei unora dintre aceste elemente din studiul pedologic (cazul unor studii mai vechi), se va avea grijă ca, la realizarea hărților cu TEO (definit ca o porțiune de teritoriu pe care fiecare din factorii naturali sau antropici se manifestă uniform), acestea să fie completate prin reambulări sau studii suplimentare pe teren.

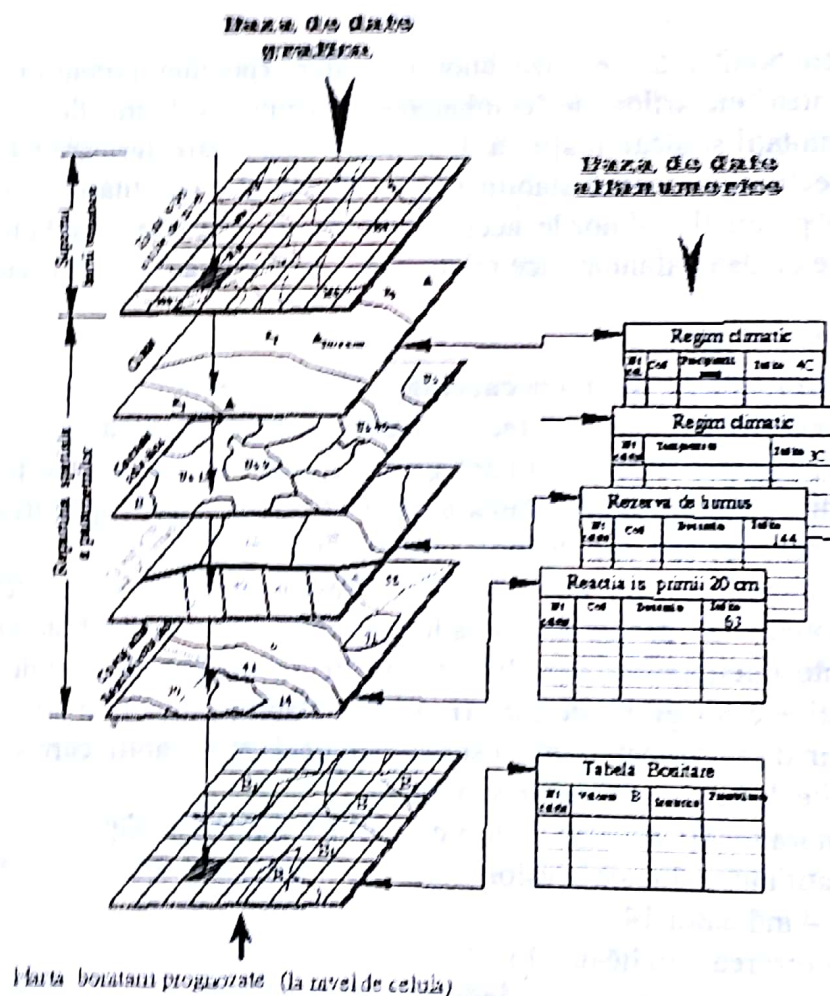


Fig.1. – Schemă propusă pentru stratificarea datelor georeferențiate necesare în studiul determinării calității terenurilor prin note de bonitare

Pentru fiecare indicator au fost alcătuite scări valorice sau diviziuni, compartimentări. Treptele scărilor valorice sau compartimentările au fost stabilite în așa fel încât să permită diferențierea influenței lor prin cifre-coeficienți.

La bonitarea terenurilor pentru condiții naturale, fiecare dintre indicatorii de mai sus, cu excepția indicatorului 69, care intervine indirect, participă la stabilirea notei de bonitare printr-un coeficient de bonitare care variază între 0 și 1, după cum însușirea respectivă este total nefavorabilă sau optimă pentru exigențele folosinței sau plantei luate în considerare.

Pentru cca jumătate din numărul acestor indicatori este prevăzută o singură serie de coeficienți. Pentru cealaltă jumătate sunt prevăzute mai multe serii de coeficienți legați de interdependența acestora cu alți indicatori.

Nota de bonitare pe folosințe și culturi se obține înmulțind cu 100 produsul coeficienților celor 18 indicatori care participă direct la stabilirea notei de bonitare.

$$Y = (X_1 X_2 \dots X_n)100$$

unde: Y – nota de bonitare

X₁, X₂,X_n – valorile coeficienților indicatorilor.

Atunci, când, toți indicatorii au coeficientul egal cu 1, deci toți factorii sunt în optim față de exigențele plantei luate în considerație, valoarea notei de bonitare este maximă, adică 100. Cu cât valoarea coeficienților se apropie mai mult de 0 (zero) și cu cât mai mulți indicatori se află într-o astfel de situație, cu atât este mai aproape nota de bonitare de limita inferioară. Firește, cu cât nota de bonitare obținută pentru o anumită cultură este mai mare, cu atât terenul respectiv este mai favorabil acelei culturi.

Nota de bonitare pentru folosința ca arabil a terenului respectiv se calculează ca medie aritmetică a celor mai mari note pentru un număr de 4 culturi.

În funcție de valoarea notei de bonitare, se stabilesc 10 clase de bonitare sau de favorabilitate: clasa I, cea mai bună, de la 100 până la 91 puncte și clasa a X – a, cea mai slabă, de la 10 până la 1 punct.

4. Prezentarea cercetărilor și rezultate obținute

Studiul întreprins s-a efectuat pe un perimetru de 375 ha, situat în bazinul hidrografic Șomuzul Mic, jud. Suceava și are drept scop evidențierea calității terenurilor agricole prin calculul notelor de bonitare, folosind tehnica Sistemelor Informaționale Geografice.

Operațiile de monitoring și cele de management ale unui teritoriu presupun un volum considerabil de date și mijloace de prelucrare și analiză a acestora.

În acest context, stabilirea calității solurilor capătă o importanță deosebită, atât pentru proprietarii agricoli, cât și pentru factorii de decizie din domeniul managementului agricol.

Pentru implementarea acestei tehnici, crearea bazei de date (alfanumerice și grafice) la teritoriul luat în studiu poate fi considerată cea mai importantă etapă,

deoarece de calitatea acestor date depind performanțele viitorului sistem informațional. Crearea bazei de date cu valorile georeferențiate a indicatorilor ce determină notele de bonitare este facilitată de folosirea modelului „raster”, bazat pe

suprapunerea peste zona luată în studiu a unei rețele/grile rectangulare de ochiuri/celule pătrate (50x50m), fig.1, fig.3.

Suportul cartografic în cadrul prezentului proiect constă din planuri de situație cu curbe de nivel (echidistanța 10 m) (fig. 2.) și cartarea unităților de sol (fig. 3), cu fișele aferente (analize fizico – chimice).

Pentru implementarea tehnicilor Sistemelor Informaționale Geografice în cercetările prezentate, în lucrarea de față s-a utilizat Sistemul Informatic Geografic GEO – GRAPH, software de tip GIS, realizat în cadrul Societății de Servicii Informatic Suceava [x].

GEO – GRAPH este un instrument util pentru gestiunea și prelucrarea informațiilor grafice și nongrafice, destinat operațiunilor de:

- cartografiere a planurilor și hărților;
- interogare a bazelor de date.

Sistemul GEO – GRAPH se prezintă ca un sistem deschis prin structura datelor de intrare în format ASCII. Această structură permite accesul la informația desen din exteriorul sistemului, facilitând integrarea datelor cu alte sisteme sau cu fișiere generate de utilizator prin programe proprii. Datorită acestei structuri, utilizatorii experimentați pot utiliza editoare de texte performante pentru căutarea, modificarea și actualizarea informației grafice din exteriorul produsului, putând realiza funcții foarte complexe (inițial neproiectate în cadrul sistemului).

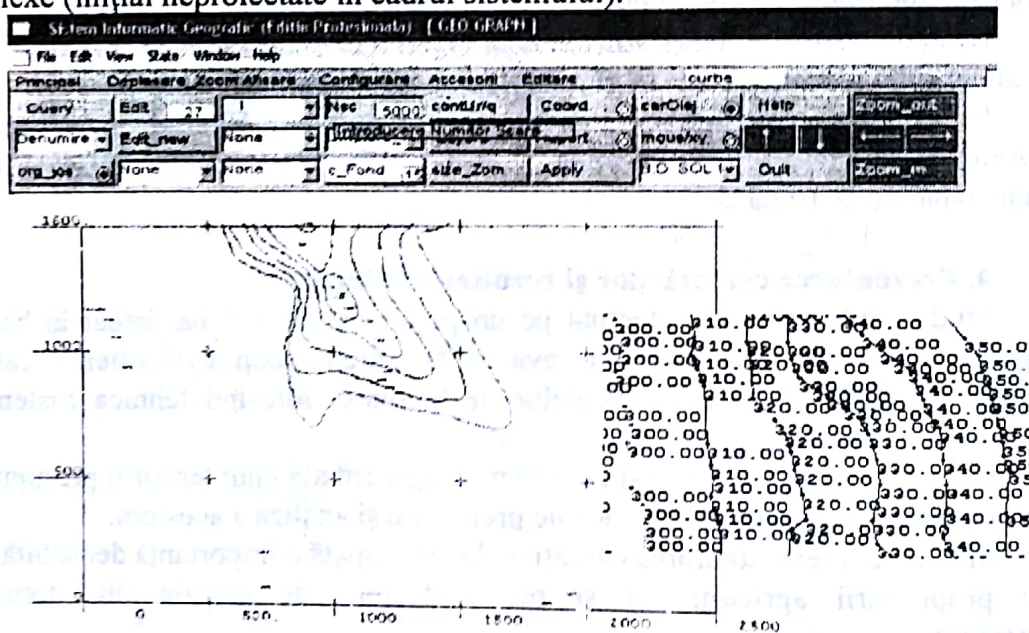


Fig. 2. – Planul cu curbe de nivel în sistem vector,
Detaliu privind punctele cotate (Ref. M.N.)

De exemplu:

- modificarea tuturor denumirilor de obiecte, a layerelor sau primitivelor grafice;
- modificarea ordinii de afișare a obiectelor astfel încât obiectele anterioare să nu fie acoperite prin umplerea de culoare de către obiectele ce se desenează ulterior.

Pentru fiecare unitate de sol (obiect grafic: poligonul limitat de granițele fiecărei unitate de sol), se stabilesc, inițial, valorile indicatorilor de bonitare, (stocați într-o bază de date relațională), urmând ca, prin aplicarea modulelor de calcul din cadrul proiectului GIS, să fie create straturile informaționale. Folosind tehnica „overlay”, prin suprapunerea celor 18 layere se obține harta tematică cu privire la notele de bonitare pe teritoriul studiat.

Baza de date primară trebuie să conțină: număr obiect grafic (unic în cadrul desenului), valoarea coeficientului ce intră în ecuație și raportarea sub formă de pixeli a obiectului grafic, (fig. 3).

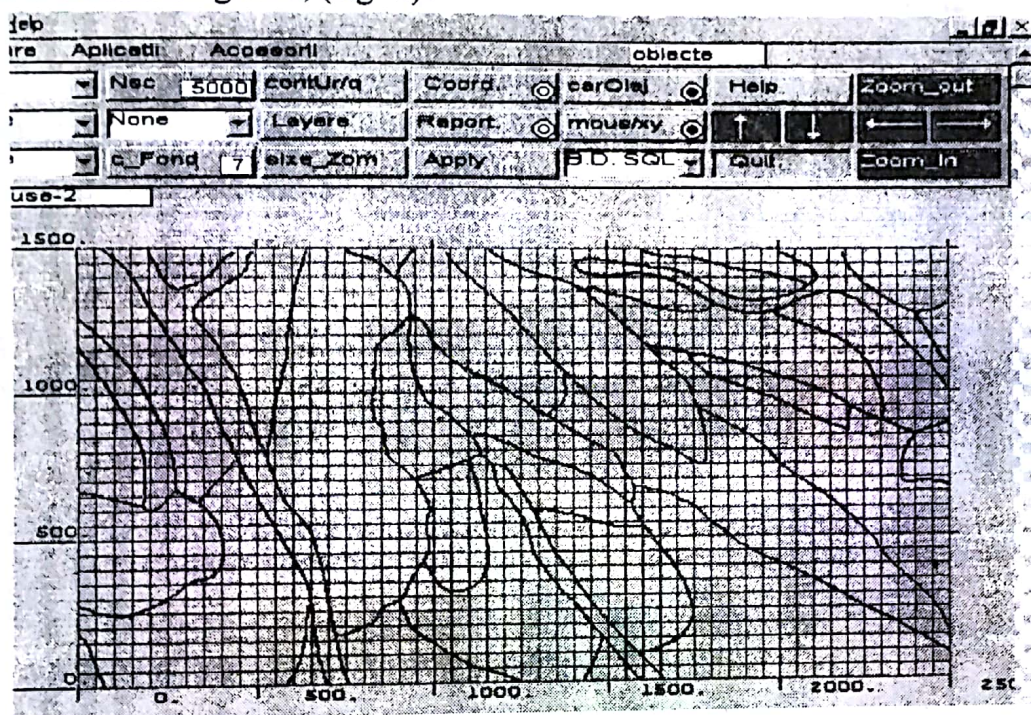


Fig. 3. Detaliu de suprapunere a grilei peste planul unităților de sol în perimetrul studiat din b.h. Șomuzul Mic

4.1. Crearea MNT

Întrucât factorul „relief” are o pondere însemnată în determinarea calității terenurilor agricole, crearea Modelul Numeric de Teren reprezintă o etapă importantă în cadrul proiectului GIS, generând alte trei straturi informaționale (cote medii, direcții de scurgere, pante medii) ce vor intra în algoritmul de calcul al notelor de bonitare. De aceea, în acesta lucrare se prezintă câteva aspecte cu privire la crearea MNT.

Într-o primă etapă, hărțile topografice cu curbe de nivel la scara 1:10.000 (echidistanța 10 m) au fost scanate cu o rezoluție de 600 dpi. Conversia raster – vector

s-a făcut în mod automat cu ajutorul soft-ului Corel Draw 10, modulul OCR Trace. Pentru fiecare unitate de sol (obiect grafic: poligonul limitat de granițele fiecărei unitate de sol), se stabilesc, inițial, valorile indicatorilor de bonitare, (stocați într-o bază de date relațională), urmând ca, prin aplicarea modulelor de calcul din cadrul

proiectului GIS, să fie create straturile informaționale. Folosind tehnica „overlay”, prin suprapunerea celor 18 layere se obține harta tematică cu privire la notele de bonitare pe teritoriul studiat.

Folosind facilitățile software GEO-GRAPH (sistem informațional de tip GIS), s-a atribuit cota fiecărei curbe de nivel iar planul de situație a fost raportat în cadrul unui sistem de axe (fig. 2).

Modelul Numeric de Teren (MNT) s-a obținut cu ajutorul unei interpolări (interpolarea reprezentând operația fundamentală pentru exploatarea unei informații punctuale / discrete). S-a adoptat o metodă de interpolare locală și anume, metoda mediilor ponderate.

Conform principiului mediilor ponderate, altitudinea unui punct necunoscut (H_i) se determină plecând de la altitudinile punctelor măsurate (H_j), după relația de mai jos, unde x și y sunt coordonatele iar p ponderile.

$$H_i = \frac{\sum p_j H_j}{\sum p_j} ; \quad p_j = \left[\sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \right]^u$$

În cadrul sistemului Geo-Graph, s-a proiectat un modul de calcul pe baza algoritmului prezentat; programul se numește „MNT.exe” în limbaj Fortran Power Station sub Windows. Straturile informaționale („layere”) rezultate sunt prezentate sub software Geo-Graph în figurile următoare.

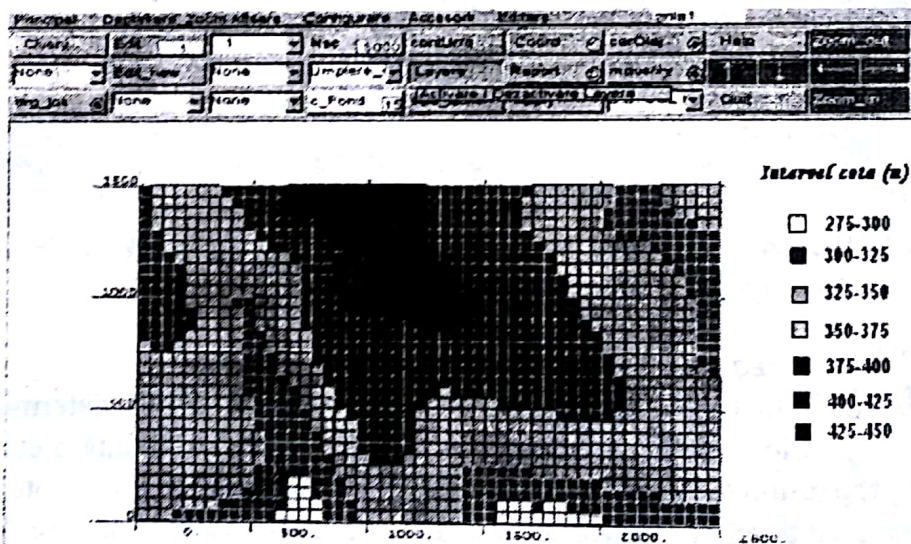


Fig. 4. – Harta hipsometrică a perimetrului studiat (distribuția spațială a cotelor medii a pixelilor)

Din punct de vedere matematic, panta (înclinarea suprafeței față de un plan orizontal) și orientarea (direcția determinată în raport cu punctele cardinale) sunt corect determinate într-un punct, dacă suprafața este descrisă printr-o funcție analitică

(gradient al suprafeței); în cazul de față, acești doi parametri trebuie redefiniți pentru fiecare pixel (celulă) în parte.

Înclinarea terenului l a fost calculată pornind de la valoarea pantei „ i ” (exprimată în procente - %), după relația lui Wischmeier și Smith:

$$l = \frac{0,17 + 0,12i + 0,017i^2}{6,613}$$

Parametrul marcând lungimea versantului pe direcția pantei s-a determinat cu

relația:

$$L = \left(\frac{\lambda}{22,14} \right) m$$

unde:

l - lungimea pantei în proiecție orizontală (m);

m - parametru cu valoarea variind între 0,3 și 0,6; s-a adoptat $m = 0,5$.

Stratul informațional al pantelor medii rezultat în urma prelucrării este prezentat în fig. 5.

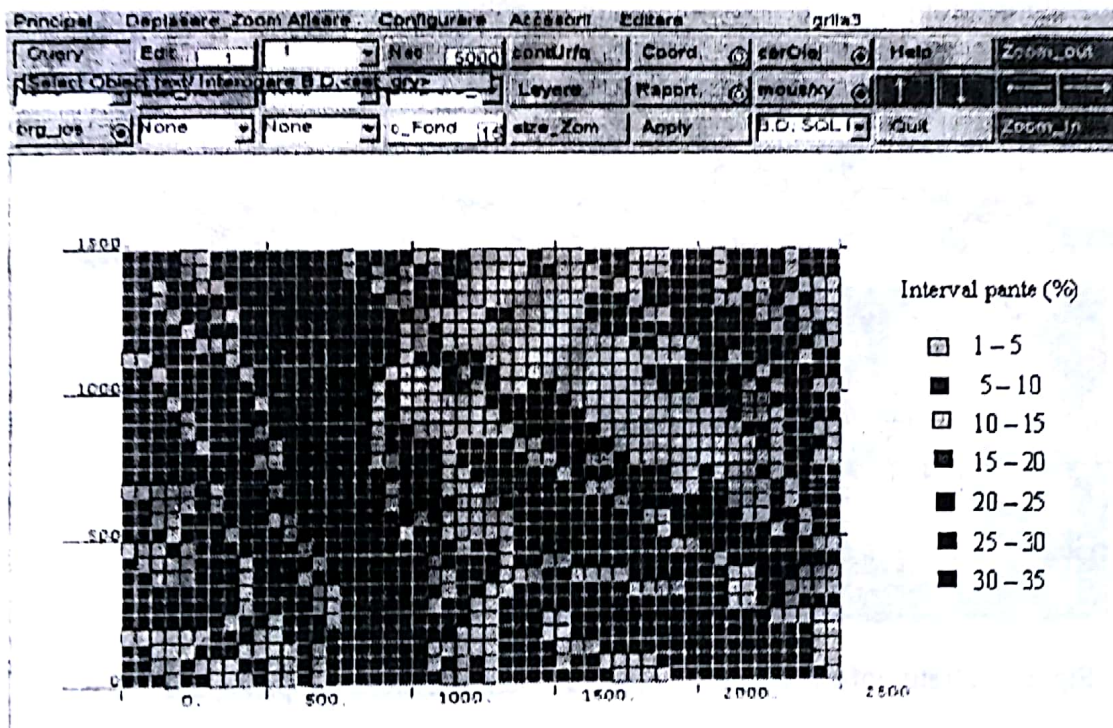


Fig. 5. - Harta declivității reliefului în perimetrul studiat
Stratul informațional al pantelor medii pentru fiecare pixel

4.2. Indicatorul „Panta terenului” - Ind. 33

Pentru toate folosințele și culturile, cele mai favorabile sunt terenurile plane sau aproape plane. Înclinarea diminuează favorabilitatea terenurilor respective. Ca urmare, la bonitare, astfel de terenuri se penalizează, coeficientul de bonitare al acestui

indicator primind valori sub 1, în funcție, atât de înclinare, cât și de folosința sau cultura respectivă.

Tabel nr. 1

Indicator 33 (Atribuirea codului pentru – Grupe și clase de pantă și Coeficienții de bonitare)

COD	Denumirea grupelor de pantă	Clase de pantă %	Coeficienți de bonitare pentru diferite culturi					
			Grâu	Cartof	sfeclă	Legume	Măi	Vie
01	Orizontal	< 2	1	1	1	1	1	1
03	Foarte slab înclinat	2,1 – 5,0	1	0,9	0,9	0,9	1	1
07	Slab înclinat	5,1 – 10,0	0,8	0,7	0,8	0,7	0,9	0,9
18	Moderat înclinat	10,1 – 25,0	0,5	0,5	0,6	0,5	0,8	0,7
37	Puternic înclinat	25,1 – 50,0	0,3	0,2	0,3	0,2	0,7	0,6
75	Foarte puternic înclinat	50,1 – 100,0	0,2	0,1	0,1	0,1	0,4	0,5
99	Abrupt	> 100,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Prin aplicarea modulului de calcul „Bonitare.exe” (sub Geo- Graph) și respectând algoritmul prezentat la metodologia curentă (pt.3), rezulta toate cele 18 layere necesare determinării notei de bonitare.

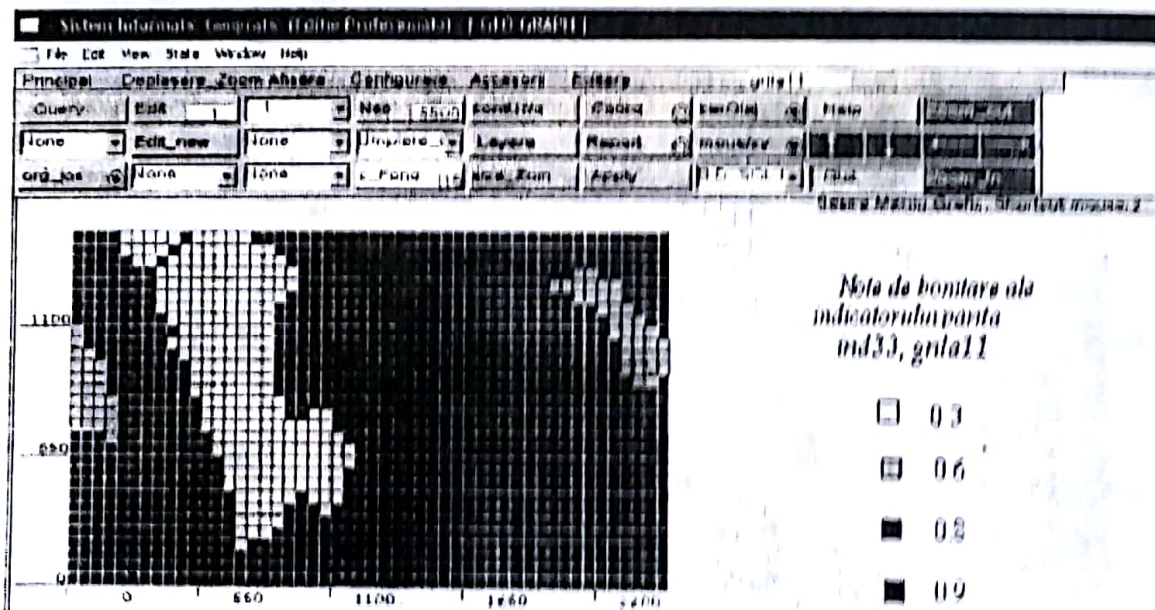


Fig. 6. – Stratul informațional „Layer 11” pentru indicatorul pantă, Ind 33

5. Concluzii

5.1. Creșterea preciziei studiilor întreprinse asupra calității terenurilor agricole poate fi realizată prin dezvoltarea și actualizarea permanentă a bazelor de date și prin utilizarea unor modele matematice complexe de prognoză a evoluției acestora.

5.2. În contextul folosirii unui SIG, se pot introduce în sistem o mare varietate de date achiziționate din diverse surse, uneori extinse prin prelucrări statistice automate și se poate obține astfel o multitudine de informații, inclusiv sinteze pe anumite perioade de timp, grafice, hărți tematice de risc de degradare sau de necesități de intervenție cu măsuri agro – pedo – ameliorative etc.

5.3. Se consideră că pentru viitor apare utilă, pe de o parte, dezvoltarea și îmbunătățirea criteriilor de evaluare a solurilor (terenurilor) în diferite scopuri (de exemplu, riscul de poluare a solurilor), completată cu aspectele economice, pentru a deveni cât mai compatibilă cu cerințele dezvoltării durabile și ale economiei de piață iar, pe de altă parte, elaborarea unor programe durabile de valorificare cât mai eficientă a informației pedologice în acest domeniu.

Bibliografie

1. Biali G. Popovici N. (2003) – *Tehnici GIS în monitoringul degradării erozionale*. Ed. „Gh. Asachi” Iasi.
2. Popovici N., Biali G. (2000) – *Systeme Geoinformationale*, Ed. „Gh. Asachi”, Iași.
3. Teaci D. (1970) – *Bonitarea terenurilor agricole*. Ed. Ceres, București
* * * (1998) – *Sistemul Informatic Geografic: GEO – GRAPH. Ghid de utilizare*. S.S.I. Suceava.