

RAPORT DE CERCETARE AL ETAPEI V

în contractul nr. 51-031

METODOLOGII DE EVALUARE A RISCULUI LA DEGRADARE  
AGROFIZICĂ

## Cuprins

|             |                                                                                                                                             | Pag.       |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|             | <b>Obiective.....</b>                                                                                                                       | <b>3</b>   |
|             | <b>Rezumat.....</b>                                                                                                                         | <b>4</b>   |
| <b>1</b>    | <b>Obiectivul 2 - Analiză comparativă a metodologiilor de evaluare a riscului de degradare agrofizică a solului.....</b>                    | <b>6</b>   |
| <b>1.1.</b> | <b>Activitatea 2.2. Studiu comparativ al metodologiilor existente de evaluare a riscului apariției degradării agrofizice a solului.....</b> | <b>6</b>   |
| 1.1.1.      | Armonizarea, standardizare – definiții, concepte.....                                                                                       | 6          |
| 1.1.2.      | Material și metodă.....                                                                                                                     | 8          |
| 1.1.3.      | Avantajele armonizării.....                                                                                                                 | 10         |
| 1.1.4.      | Dezavantajele armonizării.....                                                                                                              | 10         |
| 1.1.5.      | Rezultate obținute.....                                                                                                                     | 10         |
| 1.1.5.1.    | Opțiuni de armonizare a metodologiilor de estimare a riscului la eroziune.....                                                              | 10         |
| 1.1.5.2.    | Opțiuni de armonizare a metodologiilor de estimare a riscului la salinizare.....                                                            | 13         |
| 1.1.5.3.    | Opțiuni de armonizare a metodologiilor de estimare a riscului la compactare.....                                                            | 14         |
| <b>2.</b>   | <b>Obiectivul 3 - Selectarea opțiunilor (metodelor) de armonizare a parametrilor de estimare a degradării agrofizice.....</b>               | <b>14</b>  |
| <b>2.1.</b> | <b>Activitate 3.1 Dezvoltarea criteriilor comune de armonizare în identificarea arealelor cu risc la degradare.....</b>                     | <b>15</b>  |
| 2.1.1.      | Criterii comune de identificare a arealelor cu risc la eroziune.....                                                                        | 16         |
| 2.1.2.      | Criterii comune de identificare a arealelor cu risc la salinizare.....                                                                      | 17         |
| 2.1.3.      | Criterii comune de identificare a arealelor cu risc la compactare.....                                                                      | 17         |
| <b>2.2.</b> | <b>Activitatea 3.2 Evaluarea criteriilor comune de armonizare în identificarea arealelor cu risc la degradare.....</b>                      | <b>17</b>  |
| 2.2.1.      | Evaluarea criteriilor comune de armonizare în identificarea arealelor cu risc la degradare prin eroziune.....                               | 17         |
| 2.2.2.      | Evaluarea criteriilor comune de armonizare în identificarea arealelor cu risc la degradare prin salinizare.....                             | 23         |
| 2.2.3.      | Evaluarea criteriilor comune de armonizare în identificarea arealelor cu risc la degradare prin compactare.....                             | 28         |
| <b>3.</b>   | <b>Obiectivul 4 - Identificarea arealelor cu risc/susceptibilitate ridicată la degradare agrofizică.....</b>                                | <b>37</b>  |
| <b>3.1.</b> | <b>Activitate 4.1 Realizarea de studii caz pentru identificarea arealelor cu risc ridicat la degradare agrofizică.....</b>                  | <b>37</b>  |
| 3.1.1.      | Metodologie de evaluarea a riscului la compactare.....                                                                                      | 37         |
| 3.1.2.      | Metodologie de evaluarea a riscului la eroziune.....                                                                                        | 59         |
| 3.1.3.      | Metodologie de evaluarea a riscului la salinizare.....                                                                                      | 70         |
| 3.1.4.      | Harta riscului de degradare agrofizică a solului.....                                                                                       | 99         |
| <b>4.</b>   | <b>Concluzii și recomandări.....</b>                                                                                                        | <b>103</b> |
| <b>5.</b>   | <b>Bibliografie.....</b>                                                                                                                    | <b>108</b> |

## Obiective

**Obiectivul general** al proiectului este de a elabora o metodologie complexă și unitară de evaluare a riscului de degradare agrofizică a solului prin diferite procese negative (compactare, eroziune, salinizare) determinat în principal de factorul antropic, în contextul aplicării noilor legislații europene privind protecția și conservarea solului.

### **Obiectivele specifice ale etapei au fost:**

1) Analiză comparativă a metodologiilor de evaluare a riscului de degradare agrofizică a solului prin diferite procese (compactare, eroziune, salinizare); în acest context activitățile desfășurate au fost :

- Studiu comparativ al metodologiilor existente de evaluare a riscului apariției degradării agrofizice a solului.

2) Selectarea opțiunilor (metodelor) de armonizare a parametrilor de estimare a degradării agrofizice; în acest context activitățile desfășurate au fost:

- Dezvoltarea criteriilor comune de armonizare în identificarea arealelor cu risc la degradare agrofizică;
- Evaluarea criteriilor comune de armonizare în identificarea arealelor cu risc la degradare agrofizică.

3) Identificarea arealelor cu risc/susceptibilitate ridicată la degradare agrofizică; în acest context activitățile desfășurate au fost:

- Realizarea de studii caz pentru identificarea arealelor cu risc ridicat la degradare agrofizică.

## Rezumat

În contextul strategiilor tematice de sol europene, care sunt direcționate de fapt către protecția și dezvoltarea durabilă a mediului înconjurător, sunt cerințe ridicate adresate țărilor membre ale Uniunii Europene pentru a stabili propriile strategii de evaluare a stării solului și a riscului potențial de degradare a acestuia prin diferite procese negative. Pentru a avea o viziune generală și a putea interpreta la nivel european problematica riscului potențial de degradare a solului prin diferite procese, metodologiile de evaluare utilizate la nivel de țară trebuie armonizate. De aceea în acest proiect am încercat realizarea unei analize comparative a metodologiilor existente și utilizate în diferite areale cu condiții locale specifice, având ca scop stabilirea unei modalități de abordare conceptuală a problematicii la nivelul țării noastre, pentru ca estimările realizate de noi să poată fi compatibile și comparabile cu cele realizate de alte comunități științifice. Pentru a stabili niște opțiuni de armonizare, au fost analizate bazele de date realizate cu informațiile survenite din chestionare. Opțiunile de armonizare a metodologiilor de evaluare a riscului la diferite tipuri de degradare a solului trebuie să aibă în vedere gradul de *robustețe, flexibilitate și acceptabilitate* a acestora la diferite nivele.

Analiza comparativă a metodologiilor utilizate pentru estimarea riscului la eroziune a pus în evidență că din punct de vedere al robusteții, flexibilității și acceptabilității abordările deterministe, bazate pe modele fizice au obținut notele cele mai mari. În partea opusă a spectrului se regăsesc abordările de tip expert, care au obținut note mici în ceea ce privește robustețea și acceptabilitatea. Deși multe metodologii afișează rezultate în unități de măsură similare, acestea sunt departe de a fi transferabile și aplicând modalități de estimare a riscului diferite în același areal, rezultatele obținute sunt diferite.

În cazul salinizării, în urma analizelor comparative efectuate a rezultat faptul că în general metodologiile puse în practică de diferite comunități științifice prezintă multe similitudini, ținând cont de metodă, tehnicile utilizate și estimările rezultate în urma aplicațiilor efectuate, nu sunt însă, detaliat prezentate în chestionare. Metodologiile de estimare a riscului la salinizare analizate din literatura de specialitate se bazează pe aceleași principii. În general metodologiile respective utilizează ca indicator de evaluare gradul de salinizare din Îndrumătorul nr. 69, Richards, 1954, prin urmare sunt utilizate aceleași limite. Tehnicile utilizate în general în metodologiile prezentate în chestionare sunt de fapt observații de câmp și analize de laborator. Din acest punct de vedere indicatorii luați în considerare în metodologiile regăsite în literatură pot fi implementați în metodologiile prezentate în chestionare și deja aplicate.

În ceea ce privește riscul la compactare a solurilor, în general, metodologiile utilizate se bazează pe abordări deterministe (modele fizice). Caracterul determinist al acestor metodologii le face să fie utilizate cu ușurință în aplicațiile SIG, din acest punct de vedere, armonizarea acestor metodologii la nivel european nu va fi dificilă. O problemă majoră însă, constă în faptul că nici una din metodologii nu este validată.

Prin urmare sunt multe probleme legate de stabilirea unei metodologii armonizată și standardizată de estimare a unui risc, care să ofere estimări realiste, în acord cu condițiile specifice locale și comparabile, astfel încât să existe o imagine reală a unei astfel de „amenințări” a solului la scară foarte largă (europeană).

Cu toate acestea, împreună cu partenerii de consorțiu, în vederea armonizării am stabilit niște criterii comune de identificare a arealelor cu risc la eroziune, compactare, salinizare și este prezentată o modalitate de abordare conceptuală, dar și metodologică a problematicii, care include factorii și criteriile de care trebuie să se țină seama în selectarea unei metodologii armonioase de estimare a riscului. Am realizat apoi o evaluare a acestora, de fapt a importanței lor în stabilirea metodei adecvate de estimare a unui anumit risc, care să aibă un potențial ridicat de armonizare la o scară cât mai largă.

În cadrul proiectului au fost elaborate metodologii de estimare a arealelor cu risc pentru fiecare din cele trei tipuri de degradare agrofizică a solului analizate: compactare, salinizare, eroziune. Sunt prezentate aceste metodologii și rezultatele obținute în urma aplicării acestora la nivelul țării noastre.

S-a realizat în formă finală harta riscului de degradare agrofizică a solului, prin suprapunerea rezultatelor obținute în ceea ce privește estimarea riscului de apariție a celor trei procese de degradare analizate (compactare, eroziune, salinizare).

Harta riscului la degradare agrofizică a solului la nivelul țării noastre a fost elaborată utilizând metodologia MEDALUS dezvoltată pentru agregarea într-un indice sintetic (ESAI) a proceselor care contribuie la vulnerabilitatea mediului față de procesele de deșertificare.

Procesele de degradare fizică luate în considerare sunt cele analizate în cadrul proiectului: eroziunea prin apă, compactarea și salinizarea/alcalizarea.

Pentru fiecare proces de degradare fizică a fost evaluat un parametru care să exprime cantitativ intensitatea procesului considerat. Valorile parametrilor astfel calculați au fost încadrate în clase, fiecărei clase fiindu-i asociată o valoare numerică în intervalul 1 (absența degradării) – 2: degradare foarte puternică. Valorile numerice asociate fiecărui tip de proces de degradare fizică au fost apoi mediate utilizând media geometrică.

## **1. Obiectivul 2 - Analiză comparativă a metodologiilor de evaluare a riscului de degradare agrofizică a solului**

În prezent sunt utilizate diferite metodologii pentru evaluarea riscului de apariție a unor procese care să afecteze în sens negativ calitatea solului (eroziune, salinizare, compactare etc.), cu implicații indirecte apoi asupra altor factori ai mediului înconjurător. Aceste metodologii utilizate la nivel local, regional, național și chiar la scară europeană au la bază modalități diferite de abordare, iau în considerare informații sau date de natură diferite, iar rezultatele obținute, de multe ori sunt încadrate în clase de interpretare necomparabile și incompatibile. De aceea, în contextul strategiilor tematice de sol europene, care sunt direcționate de fapt către protecția și dezvoltarea durabilă a mediului înconjurător, sunt cerințe ridicate adresate țărilor membre ale Uniunii Europene pentru a stabili propriile strategii de evaluare a stării solului și a riscului potențial de degradare a acestuia prin diferite procese negative. Au fost analizate în cadrul acestui proiect trei tipuri de degradare a solului (compactare, eroziune, salinizare), considerate la nivel european cele mai periculoase din punct de vedere al extinderii și al efectelor dezastruoase pe care le determină asupra nu numai a solului, dar și asupra calității aerului și corpurilor de apă supra și subterane. Pentru a avea o viziune generală și a putea interpreta la nivel european problematica riscului potențial de degradare a solului prin diferite procese, metodologiile de evaluare utilizate la nivel de țară trebuie armonizate. De aceea în acest proiect am încercat realizarea unei analize comparative a metodologiilor existente și utilizate în diferite areale cu condiții locale specifice, având ca scop stabilirea unei modalități de abordare conceptuală a problemicii la nivelul țării noastre, pentru ca estimările realizate de noi să poată fi compatibile și comparabile cu cele realizate de alte comunități științifice.

### **1.1. Activitatea 2.2. Studiu comparativ al metodologiilor existente de evaluare a riscului apariției degradării agrofizice a solului**

Pentru a înțelege scopul acestui studiu comparativ, prezentăm câteva aspecte legate de conceptul în sine a noțiunii de armonizare, eventual standardizare.

#### ***1.1.1. Armonizarea, standardizare – definiții, concepte***

Termenul de „armonizare” este utilizat la scară largă în evaluările de mediu. În funcție de domeniul de referință, utilizarea lui poate avea implicații diferite. Astfel, termenul de „armonizare” se poate referi de exemplu, în domeniul legat de contaminarea solului la parametri de uniformizare și la date toxicologice în modelele de simulare (Theelen, 1997). În același domeniu de activitate, Provoost și colab., 2006, au recomandat necesitatea armonizării algoritmilor modelelor de simulare; cu toate acestea, limitele maxim admise sau de toleranță

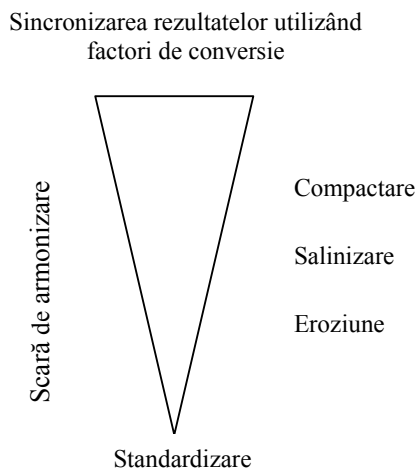
diferă de la o metodologie la alta. Deși autorii indică necesitatea armonizării limitelor în care trebuie să se încadreze rezultatele estimărilor pentru a avea o viziune unitară a problematicii și la scară largă, sunt de acord cu imposibilitatea realizării acestui lucru datorită condițiilor specifice geografice, etnologice și politice specifice fiecărui areal. Din acest motiv, opțiunile de armonizarea a metodologiilor de evaluare a riscului la diferite tipuri de degradare a solului trebuie să aibă în vedere gradul de *robustețe, flexibilitate și acceptabilitate* a acestora la diferite nivele.

Armonizarea așa-ziselor „amenințări” sau „riscuri” în domeniul solului, în prezent, sunt în fază incipientă. În cadrul altor domenii de evaluare a riscului de mediu, „armonizarea” a fost deja adoptată la nivel european, de exemplu dacă ne referim la estimările privind calitatea aerului (Leichnitz, 1998) și necesitatea înregistrării pesticidelor (Greigsmith, 1992). Prin urmare domeniul științei solului, în special la nivelul Comunității Europene poate împrumuta din experiența dobândită în aceste sectoare de activitate.

Termenul de „**armonizare**” poate fi definit astfel: procesul care are ca scop realizarea unei compatibilități și a unei comparabilități între rezultatele obținute, de a le da deci, o anumită consistență, robustețe, reducând astfel cât mai mult posibil, diferențele între standardele locale sau măsuri care au un scop similar.

Foarte apropiat de armonizare se regăsește termenul de „**standardizare**”, care se referă la uniformizarea procedeelelor analitice, cum ar fi de exemplu, în domeniul extracției metalelor grele din sol (Quevauviller, 1998). Prin urmare termenul de „standardizare” reprezintă procesul care are ca scop uniformizarea procedeelelor, măsurilor și rezultatelor, de exemplu stabilirea unui set de îndrumătoare inter-operaționale universal valabil, stabilit pe baza unor specificații tehnice.

Pentru fiecare tip de degradare, pot fi stabilite nivele diferite de armonizare (figura 1). Acestea depind de natura sau tipul de degradare și de modul în care o anumită „amenințare” se manifestă. De exemplu, termenul de „eroziune” acoperă diferite fenomene (eroziune a terenului, eroziune prin apă, eroziune prin vânt). În cazul eroziunii, nu se recomandă standardizarea, deoarece aceasta ar putea ignora natura intrinsecă a acesteia. Deci, există conceptual și figurativ o scară de armonizare care pornește de la abordările individuale (nearmonizate) și se termină cu standardizarea uniformă (prag idealistic, la care procesul de standardizare s-ar realiza la cote maxime), scară pe care fiecare tip de degradare are un „nivel potențial de armonizare” propriu.



*Figura 1: Reprezentarea conceptuală a nivelelor potențialelor de armonizare pentru diferitele tipuri de „amenințări”*

### **1.1.2. Material și metodă**

Pentru a stabili niște opțiuni de armonizare, au fost analizate bazele de date realizate cu informațiile survenite din chestionare; analizarea acestora însă, a fost dificilă datorită:

- caracterului lor extins (ca urmare a nivelului ridicat de completare a chestionarelor), astfel că informațiile nu au putut fi anticipate,
- caracterului fracționat al rezultatelor, care au variat de la foarte detaliate la cele care au prezentat viziuni generale.

Pentru a elimina aceste probleme a fost elaborat un mod de abordare etapizat pentru a evalua metodologiile de estimare a riscului stocate în bazele de date, care a avut în vedere robustețea și flexibilitatea fiecăreia dintre acestea. Trebuie precizat că o anumită metodologie este armonizabilă dacă este simultan robustă din punct de vedere științific (adică oferă o predicție adecvată a riscului) și flexibilă (poate fi utilizată în circumstanțe variate) (figura 2):

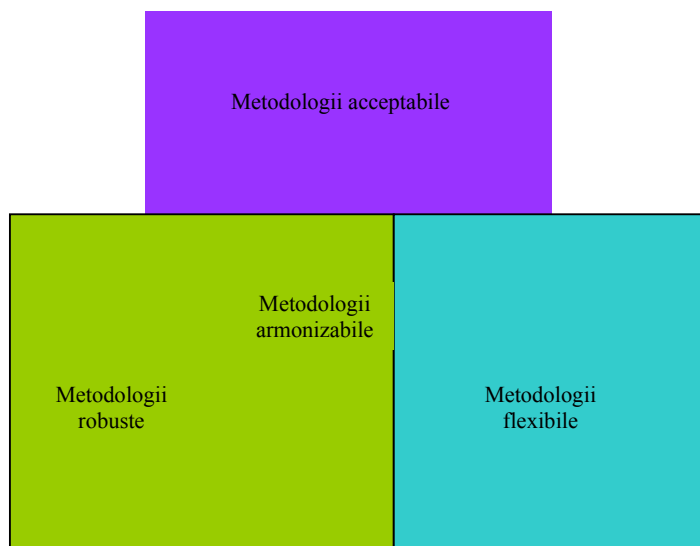
Pentru a identifica metodologiile de evaluare a riscului potențial armonizabile a fost utilizată o schemă de selecție:

1. fiecărei metodologii în parte i s-a atribuit un nume;
2. flexibilitatea metodologiilor respective a fost grupată pe clase sau categorii.
3. robustețea metodologiilor respective a fost grupată pe clase sau categorii.
4. În cadrul etapelor 2 și 3 au fost deci stabilite 2 tipuri de clasament; fiecare metodologie a fost punctată de două ori, ținând cont de cele două aspecte, *flexibilitate* și respectiv *robustețe*. Metodologia de evaluare a riscului căreia i s-a atribuit punctajul sau scorul mediu cel mai ridicat a fost clasată ca fiind prima pentru armonizare, stabilindu-se astfel un nou clasament al metodologiilor care pot fi armonizate.

Fiecare metodologie de evaluare a unui risc al solului cuprinde trei etape:

1. culegerea de date
2. prelucrarea datelor
3. evaluarea riscului

Procesul de armonizare se poate realiza în fiecare din cele trei etape menționate.



*Figura 2: O metodologie de evaluare a riscului armonizabilă trebuie să fie acceptabilă, robustă și flexibilă*

În continuare vor fi prezentate rezultatele studiului comparativ a metodologiilor de estimare a riscului din punct de vedere al stabilirii unei modalități conceptuale armonizate de abordare a problematicii. Studiul a fost efectuat prin explorarea bazelor de date realizate cu informațiile survenite din chestionare, pentru fiecare risc al solului.

După cum s-a mai precizat, prin „armonizare” se înțelege abilitatea de a combina și compara rezultatele obținute aplicând diferite metodologii de estimare a unui risc, reducând astfel diferențele între standarde și măsuri. Pe de altă parte, există „standardizarea”, care se referă de exemplu, la uniformizarea procedeeelor și care are ca rezultat obținerea unor valori absolute comparabile. Măsura în care se poate *armoniza* sau *standardiza* o metodologie depinde în principal de tipul de risc analizat și apoi de scopul final al estimărilor realizate cu metodologia de evaluare respectivă.

O metodologie de evaluare a unui risc, după cum s-a menționat anterior, trebuie să fie:

- robustă, adică metodele implicate și rezultatele obținute să justifice problema riscului și să corespundă din punct de vedere științific.
- flexibilă, adică abordarea problematicii să fie aplicabilă în situații sau condiții diferite.

- acceptabilă, adică metoda utilizată și rezultatele obținute trebuie să fie ușor de înțeles, fără a fi necesare cunoștințe științifice aprofundate, pe de-o parte, iar pe de alta, rezultatele să poată fi transpuse cu ușurință în măsuri explicite.

Pentru fiecare dintre cele trei aspecte a fost realizat câte un clasament, fiecare metodologie în parte primind un anumit scor sau notă. Notele primite de fiecare metodologie analizată s-au bazat pe cei cinci indicatori luați în considerare, atunci când s-au realizat comparațiile între respectivele metodologii: *scara*, *transparența*, *complexitatea*, *eficiența costurilor*, *ambiguitatea*. Acești indicatori au fost codificați de la 0 la 10, fiind cuantificați pentru fiecare metodologie în parte, în funcție de modul în care aceasta funcționează.

### ***1.1.3. Avantajele armonizării***

Prin uniformizarea metodelor de evaluare a unui risc se creează un mijloc de integrare și evaluare unitară, la nivel european, a diferitelor „amenințări” ale solului. Prin implementarea unor metodologii unitare de evaluare a unui risc, pot fi, eventual, identificate noi areale cu risc. Având o viziune unitară a riscului, măsurile de prevenire și/sau ameliorare a degradării solului pot fi evaluate similar, astfel că rezultatele pot avea aceeași scară de comparație.

### ***1.1.4. Dezavantajele armonizării***

Factorii decizionali la nivel local, regional, național, neoficial, se declară împotriva armonizării metodelor de evaluare a unui risc la nivel european, deoarece ei consideră că politicile de țară vor fi astfel înlocuite de cele europene, iar generalizarea va determina pierderea de informații detaliate (la scară mică). Prin generalizare, condiții specifice la nivel de regiune de exemplu, sunt neglijate, astfel că anumite mecanisme și măsuri care se pretează doar la nivel local sunt ascunse.

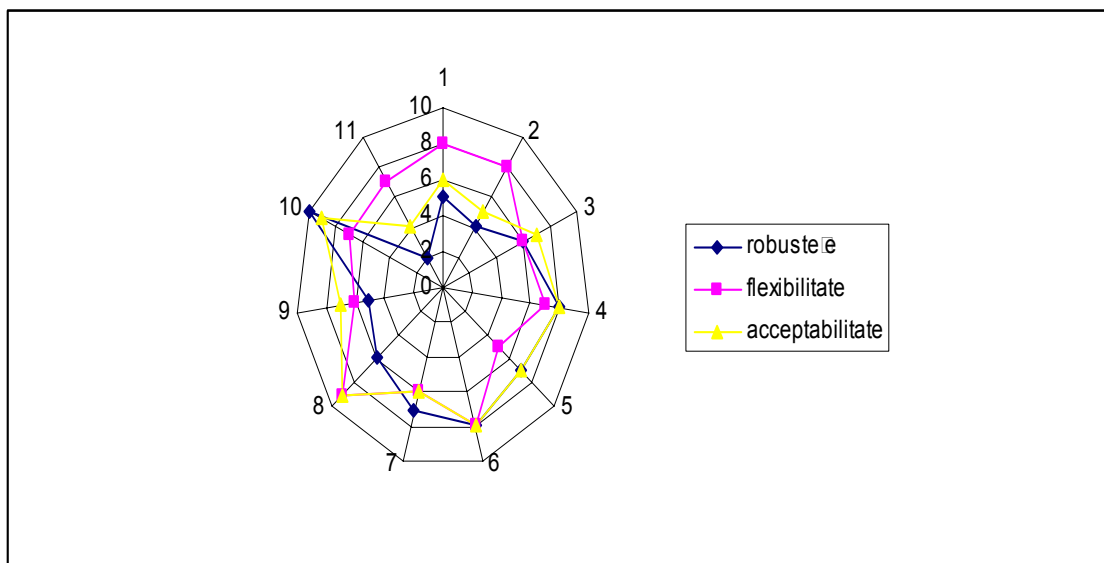
### ***1.1.5. Rezultate obținute***

#### ***1.1.5.1. Opțiuni de armonizare a metodelor de estimare a riscului la eroziune***

În cazul eroziunii au fost analizate 11 metode de estimare a acestui risc: prima este utilizată într-un land al Germaniei; a doua este utilizată la nivel regional și național în Polonia; a treia are rezoluție spațială la nivel național în Spania; a patra este utilizată în Finlanda cu acoperire la nivel național; a cincea este utilizată în Ungaria la scară regională și națională având la bază modelul USLE; a șasea este utilizată în Flandra; a șaptea este utilizată în Norvegia la scară regională, fiind bazată pe modelul USLE, calibrat însă, la condițiile specifice norvegiene; a opta este utilizată în Franța, are acoperire spațială la nivel național, cu rezoluție foarte ridicată la diferite nivele; a noua este CORINE, utilizată în țări ca Spania, Portugalia, Italia, Grecia, sudul Franței, are acoperire la nivel național și european, dar

rezoluție mică; a zecea este PESERA, utilizată în Europa, are rezoluție spațială ridicată; a unsprezecea este GLASOD, cu acoperire globală și rezoluție scăzută.

Analizând notele obținute de fiecare metodologie în parte în ceea ce privește robustețea, flexibilitatea și acceptabilitatea, putem spune că: abordarea PESERA (10), model bazat pe proces fizic, a obținut nota cea mai ridicată (figura 3). În partea opusă a spectrului se regăsește GLASOD (11) și metodologia utilizată în Polonia, abordări de tip expert, care au obținut note mici în ceea ce privește robustețea și acceptabilitatea.



*Figura 3: Analiza comparativă din punct de vedere a robusteții, flexibilității, acceptabilității metodologiilor de evaluare a riscului la eroziune (nr. 1,..., 11 sunt date în text celor 11 metodologii analizate)*

În urma analizelor comparative realizate în etapele anterioare, se poate concluziona faptul că, deși multe metodologii afișează rezultate în unități de măsură similare, acestea sunt departe de a fi transferabile și aplicând modalități de estimare a riscului diferite în același areal, rezultatele obținute sunt diferite. Aceste deviații pot fi cauzate de mai mulți factori: metodele de calcul al parametrilor, calitatea datelor de intrare, diferențe în sensibilitatea modelului, analiza expert subiectivă, diferențe de scară etc.

Dacă evaluarea riscului are ca scop indicarea relativă unor rate de eroziune, *armonizarea rezultatelor* este posibilă, fără obligația ca la nivel de țară să fie utilizate o metodă armonizată. Rezultatele estimărilor trebuie însă, să fie comparabile, respectiv, să fie prezentate ca și clase de eroziune cantitativă, de exemplu trei categorii: scăzută (0-5 t/ha/an), mijlocie (5-10 t/ha/an) și ridicată (> 10 t/ha/an). În aceste situații pot fi utilizate metode diferite, de tipul analizelor expert sau al abordărilor USLE, rezultatele obținute putând fi prezentate în mod similar. Cu

toate acestea, sunt situații în care utilizând diferite modalități de estimare a riscului, rezultatele obținute sunt diferite, nu pot fi mutual comparabile. Pentru a elimina această problemă, este necesară *standardizarea*, care implică aplicarea unor metode, procedee uniformizate pentru a cuantifica și estima ratele și riscul de eroziune. Această standardizare garantează compararea absolută și precisă a rezultatelor obținute între diferite areale. Din acest punct de vedere, al necesității standardizării, metodologia PESERA, abordare bazată pe proces fizic, oferă oportunitatea obținerii unor estimări ale eroziunii reale și la scară mare, care pot fi uniformizate, standardizate.

Abordarea integrată (standardizarea) este din ce în ce mai necesară, dar pentru aceasta trebuie să existe dorință, înțelegere, acceptare și de asemenea implicarea unui efort substanțial atât la nivel național, cât și la nivel regional.

Discuțiile privind armonizarea sau standardizarea nu se limitează doar la metodele alese pentru a estima riscul, trebuie să avute în vedere și datele de intrare. Dacă este utilizat un set amplu de date, care respectă nivelul de detaliu și acuratețe, aceasta ar putea fi de ajuns pentru o simplă armonizare a metodologiei. De exemplu abordările de tip USLE, pot fi considerate, în general, standardizate, totuși, varietatea largă a factorilor de intrare determină obținerea unor rezultate necompatibile (Van der Knijff și colab., 2000). Dacă în acest caz, datele de intrare ar fi standardizate, (de exemplu ar proveni din baze de date care prezintă un anumit grad de uniformizare având scări și clase comparabile), comparabilitatea și compatibilitatea rezultatelor ar putea fi posibilă (Grimm și colab., 2002).

#### *Diferențieri prezente între metodologiile de estimare a riscului la eroziune*

În general, metodologiile de estimare a riscului la eroziune nu generează propriile date, mai degrabă utilizează informația din diferite baze de date, potențial îmbunătățite cu măsurători efectuate în câmp sau laborator. Baze de date relativ similare sunt de asemenea utilizate: hărți de sol (realizate la nivel național sau preluate de la instituții internaționale), modele digitale de teren (deși rezoluția variază într-un interval larg), hărți de utilizare a terenului (frecvent CORINE ) și date climatice. Scara spațială variază însă în limite largi. Harta solurilor și cea de utilizare a terenului prezintă o largă variabilitate în 1) detaliu, 2) acuratețe a datelor, 3) aspectele considerate și 4) clasele utilizate. Datele climatice, în special, având o largă variabilitate în acuratețe, au ca rezultat obținerea unor rezultate contradictorii. Mai mult, unele metodologii (modelele fizice) calculează erozivitatea din precipitații ținând cont de evenimentele extreme – furtuni, în timp ce altele iau în considerare precipitațiile medii anuale. Metodologiile de estimare a riscului bazate pe abordările USLE nu asigură rezultate comparabile, factorii USLE fiind în general determinați prin analize de tip expert.

Gobin și colab., 2006 au sugerat că metodologiile de evaluare a riscului la eroziune cu rezoluție mare ar trebui să fie suficient de simple pentru a fi aplicate la scară largă și să aibă potențial de a fi utilizate și la scări mici (nivel local). Din acest punct de vedere metodologia PESERA, bazată pe modelarea fizică, oferă o estimare a riscului la eroziune a solului la nivel european precisă și realistă și poate fi aplicată cu succes la scară națională.

În prezent, date privind utilizarea terenului, în general, sunt preluate din bazele de date CORINE. Este necesară însă, o distincție mai clară între clasele de utilizare a terenului. Informațiile privind practicile agricole sunt în majoritatea cazurilor generalizate sub forma unei valori constante, fiind necesară o mai mare specificitate. Din aceste puncte de vedere, modelul PESERA are potențial pentru identificarea uniformă a arealelor cu risc la eroziune în acord cu standardele și definițiile existente, permițând compararea absolută a ratelor de eroziune și extinderea la scară largă (rezoluție mare).

#### ***1.1.5.2. Opțiuni de armonizare a metodologiilor de estimare a riscului la salinizare***

În cazul salinizării au fost analizate comparativ 9 metodologii din literatura de specialitate și 7 prezentate în chestionare, și care sunt aplicate în Cipru, Grecia, Ungaria – 3, una aplicată în Câmpia Tisei și celelalte utilizate la scară națională și regională în Slovacia și Spania.

În urma analizelor comparative efectuate au rezultat următoarele:

- Metodologiile utilizate în Cipru, Grecia, Ungaria, Spania prezintă multe similitudini, ținând cont de metodă, tehnicile utilizate și estimările rezultate în urma aplicațiilor efectuate, nu sunt însă, detaliat prezentate în chestionare. Metodologia de estimare a riscului la salinizare în Slovacia este total diferită.
- Metodologiile de estimare a riscului la salinizare analizate din literatura de specialitate se bazează pe aceleași principii. În general metodologiile respective utilizează ca indicator de evaluare gradul de salinizare din Îndrumătorul nr. 69, Richards, 1954, prin urmare sunt utilizate aceleași limite. Doar două dintre metodologiile regăsite în literatură utilizează alți indicatori de evaluare a riscului la salinizare, respectiv tipul de anioni și tipul de sol.
- În chestionarele analizate, nu este clar care dintre indicatori sunt măsurați. Din acest motiv este dificil de a stabili cu exactitate posibilitatea de armonizare.
- Tehnicile utilizate în general în aceste metodologii prezentate în chestionare sunt de fapt observații de câmp și analize de laborator. Din acest punct de vedere indicatorii luați în considerare în metodologiile regăsite în literatură pot fi implementați în metodologiile prezentate în chestionare.

### ***1.1.5.3. Opțiuni de armonizare a metodologiilor de estimare a riscului la compactare***

În ceea ce privește riscul la compactare a solurilor, s-a realizat analiza comparativă a metodologiilor existente pe baza informației survenite din 17 chestionare. În general, metodologiile utilizate se bazează pe abordări deterministe (modele fizice). Caracterul determinist al acestor metodologii le face să fie utilizate cu ușurință în aplicațiile SIG, din acest punct de vedere, armonizarea acestor metodologii la nivel european nu va fi dificilă. Este însă, greu de realizat armonizarea datelor de intrare și a modului de interpretare a rezultatelor. De asemenea, o problemă majoră constă în faptul că nici una din metodologii nu este validată. Pe de altă parte însă, avantajul acestora este că pot fi mai ușor adaptate la scară largă, comparativ cu cele bazate pe analize expert.

## **2. Obiectivul 3 - Selectarea opțiunilor (metodelor) de armonizare a parametrilor de estimare a degradării agrofizice**

Pentru ca toate estimările de risc, indiferent de modalitatea prin care sunt realizate, să fie relevante pentru aparatul legislativ, factorii socio-economici și politici ar trebui implicați în această problemă și din acest punct de vedere este important modul în care rezultatele respective le atrage atenția.

În cazul eroziunii, un prim pas este realizat, ținând cont de faptul că utilizarea terenului și practicile de conservare constituie date de intrare în metodologiile de evaluare a riscului la eroziune. Sunt însă, necesare abordări mult mai ample, ținând cont de faptul că interacțiunile dintre diferitele fenomene sunt complexe și mult mai dificil de cuantificat decât procesele fizice în sine, care se produc. Prin urmare sunt multe probleme legate de stabilirea unei metodologii de estimare a riscului la eroziune armonizată și standardizată care să ofere estimări realiste, în acord cu condițiile specifice locale și comparabile, astfel încât să existe o imagine reală a unei astfel de „amenințări” a solului la scară foarte largă (europeană).

Cu toate acestea, s-a încercat în vederea armonizării stabilirea unor criterii comune de identificare a arealelor cu risc la eroziune și va fi prezentată o modalitate de abordare a problematicii, care include factorii și criteriile de care trebuie să se țină seama în selectarea unei metodologii armonioase de estimare a riscului la eroziune a solului.

În cazul salinizării, din nou, este dificil de a stabili care dintre metodologii ar fi indicată sau poate fi considerată a fi armonioasă, sunt multe probleme legate de armonizare și standardizare. Cu toate acestea, și în acest caz s-a încercat stabilirea unor criterii comune de identificare a arealelor cu risc la salinizare; prin urmare va fi prezentată o modalitate de

abordare a problematicei, care include factorii și criteriile de care trebuie să se țină seama în selectarea unei metodologii armonioase de estimare a riscului la salinizare.

În cazul compactării, mai mult decât în cazul celorlate două procese negative care afectează areale destul de întinse, sunt probleme legate de armonizare și standardizare. Dar, am încercat și în acest caz stabilirea unor criterii comune de identificare a arealelor cu risc la compactare și va fi prezentată o modalitate de abordare a problematicei.

Împreună cu partenerii de consorțiu al proiectului, am stabilit aceste criterii comune de identificare a arealelor cu risc, am realizat apoi o evaluare a acestora, de fapt a importanței lor în stabilirea metodologiei adecvate de estimare a unui anumit risc, care să aibă un potențial ridicat de armonizare la o scară cât mai largă.

Este descrisă deci, o modalitate de abordare a riscului ținând cont de concept și metodologie în sine. Este în primul rând, propus un model conceptual în care anumiți factori (de ex. condițiile climatice sau utilizarea terenului) acționând asupra unui receptor (solul) poate determina un pericol (de ex. eroziune, salinizare, compactare). În al doilea rând, variabilitatea spațială a acestui pericol este estimată fie calitativ, fie cantitativ (prin măsurători directe sau modelare). În al treilea rând sunt propuse categorii de risc, care, de fapt, trebuie să influențeze nivelul de acceptare a pericolului respectiv.

Vor fi prezentate pe rând criteriile comune de identificare a arealelor cu risc la fiecare dintre cele trei tipuri de procese de degradare analizate: eroziune, salinizare, compactare. Apoi, aceste criterii comune vor fi evaluate din punct de vedere al modului în care influențează alegerea unei metodologii de estimare a riscului respectiv cu potențial ridicat de armonizare.

### **2.1. Activitate 3.1 Dezvoltarea criteriilor comune de armonizare în identificarea arealelor cu risc la degradare**

Într-o primă fază trebuie definită dimensiunea spațială și temporală a riscului. Sunt trei aspecte cheie ale evaluării riscului:

1. nivelul de detaliere;
2. măsurarea sau predicția nivelului curent al riscului;
3. predicția tendinței viitoare pentru riscul respectiv.

Este stabilită apoi opțiunea pentru a defini arealele cu risc. Se recomandă trei modalități:

1. empirică – bazată pe măsurători in situ;
2. modelare – calibrată cu date reale;

### 3. combinarea opțiunilor anterioare.

Un aspect important îl constituie definirea criteriilor comune de identificare a arealelor cu risc, iar pentru aceasta este necesar să se specifice:

1. rezoluția spațială necesară pentru a defini arealele cu risc;
2. măsurătorile existente;
3. modelarea:
  - modelele disponibile;
  - cerința de date;
  - calibrare/validare;
4. legăturile cu bazele de date existente la nivel european – CORINE, CIS, LUCAS, ICP Forest Focus, Baza de date europeană, Statisticile Agricole de la Eurostat, Baza de date Agroclimatică MARS, Nomenclatura unităților teritoriale pentru statistică NUTS.

Sunt de asemenea avute în vedere și alte considerații:

1. aspecte auxiliare;
2. utilizarea la maxim a bazelor de date și a sistemului de monitoring existent;
3. evaluarea riscului, în particular definirea arealelor la un anumit risc reprezintă obiectivul primordial, nu colectarea și armonizarea datelor de sol, de exemplu.

O metodologie de estimare a unui risc trebuie să aibă în vedere, relația între datele existente, cele potențial accesibile, costuri și nivelul de calitate al rezultatelor obținute. De aceea, această problemă trebuie abordată etapizat: o primă fază constă în identificarea arealelor cu risc pe baza informației existente; o a doua fază constă în stabilirea măsurilor stabilite pentru a combate evoluția riscului. Fiecare etapă necesită tipuri de date diferite.

#### **2.1.1. Criterii comune de identificare a arealelor cu risc la eroziune**

- a) *Eroziunea solului* din punct de vedere al *conceptului, definiției*;
- b) *Factori care determină și/sau influențează eroziunea solului*;
- c) *caracterizarea receptorului (solului)*;
- d) *Selectarea modelului* adecvat de predicție a eroziunii;
- e) *Identificarea arealelor cu risc la eroziune* – rezoluție, limite de interpretare;
- f) *Validarea rezultatelor* metodologiei utilizate;

g) *Definirea criteriilor comune de selectare a datelor de intrare.*

### **2.1.2. Criterii comune de identificare a arealelor cu risc la salinizare**

- a) *Salinizare/sodificare –din punct de vedere al conceptelor, definițiilor și elementelor de risc;*
- b) *Factorii care determină salinizarea/sodificarea – naturali și antropici;*
- c) *Caracterizarea receptorului (solului);*
- d) *Selectarea modelului adecvat, în funcție de disponibilitatea datelor de intrare și cerințele privind calitatea rezultatelor (estimărilor) obținute (de ex. rezoluția);*
- e) *Definirea criteriilor comune de selectare a datelor de intrare;*
- f) *Sisteme de clasificare și prezentare a rezultatelor estimărilor.*

### **2.1.3. Criterii comune de identificare a arealelor cu risc la compactare**

- a) *Compactarea solului – din punct de vedere al conceptelor, definițiilor;*
- b) *Factorii care determină compactarea solului – naturali și induși de activitatea antropică;*
- c) *Caracterizarea sensibilității solului la compactare;*
- d) *Selectarea modelului de evaluare a riscului – tipul de informații (date) necesare, calitatea rezultatelor (estimărilor) obținute (rezoluție);*
- e) *Definirea criteriilor comune de selectare a datelor de intrare;*
- f) *Validarea rezultatelor.*

## **2.2. Activitatea 3.2 Evaluarea criteriilor comune de armonizare în identificarea arealelor cu risc la degradare**

### **2.2.1. Evaluarea criteriilor comune de armonizare în identificarea arealelor cu risc la degradare prin eroziune**

#### **a) Eroziunea solului – concept, definiție**

Sunt multe definiții ale eroziunii solului; o definiție generală a conceptului de eroziune a solului este următoarea:

*Eroziunea solului este procesul de degradare sau mai bine-zis "deteriorare" a unei suprafețe de teren de către forțe fizice cum ar fi: precipitațiile, apa de curgere, gheața, modificările de temperatură, gravitația sau orice alt agent antropogenic cum ar fi detașarea și eliminarea solului sau materialului geologic dintr-un punct de pe suprafața Pământului și depozitarea acestuia în altă parte, pe o altă suprafață de teren.*

Această definiție este foarte generală și pentru că eroziunea solului este în mod normal un proces natural care are loc în intervale de timp geologice, numai în situația în care (localizare, moment) rata naturală de producere a fost semnificativ mărită ca efect al activității antropogenice, eroziunea solului accelerată poate fi percepută ca un proces de degradare și de aceea constituie o amenințare în contextul protecției solului.

Sunt identificate mai multe tipuri de eroziune:

*Eroziunea prin apă*, determinată de șiroire, de adâncime, topirea zăpezilor;

*Eroziunea prin translocare* determinată de lucrările solului, nivelare, recoltare a plantei cultivate, traficul animalelor;

*Eroziunea prin vânt* determinată de acțiunea puternică a vântului uscat;

*Eroziunea geologică*: eroziunea subterană determinată de apa freatică.

**b) Factori care influențează eroziunea solului**

Factorii care influențează apariția eroziunii (tabelul 1) pot:

Tabelul 1: Factori care influențează eroziunea solului

| <b>Factori naturali</b>                                                                                                                           | <b>Factori antropogenici</b>                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Condițiile climatice: precipitații, evapotranspirație, temperatură, viteza și direcția vântului                                                   | Modificări climatice?                                                                                                                                                         |
| Materialul parental/sol: distribuția după mărime a particulelor (nisip, praf), susceptibilitatea la crustă, stabilitatea agregatelor structurale) | Lucrarea solului, cultivare                                                                                                                                                   |
| Vegetație/acoperire cu vegetație                                                                                                                  | Utilizarea terenului/acoperirea terenului: arabil, fânează/pășune, pădure, seminatural<br>Magamentul terenului: de ex. irigație, intensitatea pășunatului; sisteme de cultură |
| Topografie: înclinarea pantei, lungimea pantei, geometria suprafeței                                                                              | Nivelarea terenului, terasarea, adăposturi de animale                                                                                                                         |

- ✓ determina detașarea și desprinderea solului, determinând *erozivitatea* și în consecință posibilitatea ca solul să fie erodat; de exemplu, precipitațiile, curgerea corpurilor de

apă de suprafață, vântul; în cazul *erozivității* datorate apei din precipitații, aceasta depinde de durata și intensitatea ploii;

- ✓ proteja solul de la presiunile exercitate de eroziune, de regulă vegetația;
- ✓ afecta *scurgerile de suprafață* și accelera eroziunea; în același timp pot defini locul în care sedimentele sunt depozitate; de fapt, înclinarea și lungimea pantei;
- ✓ modifica impactul altor factori, cum ar fi lucrările de arătură, terasare;

#### c) Caracterizarea receptorului (solului)

Pentru evaluarea riscului este necesară realizarea unei caracterizări a receptorului, respectiv a solului. În cazul eroziunii, de regulă sunt necesare în principal date în ceea ce privește distribuția după mărime a particulelor, de exemplu conținuturile de nisip și praf. Trebuie avute în vedere și alte proprietăți ale solului, care în situații specifice pot influența tendința solului de a-și colmata porii și a forma la suprafață crusta. Suprafața solului acoperită de crustă determină intensificarea scurgerilor de suprafață și apariția eroziunii accelerate a solului (Le Bissonais Y, 1996; Le Bissonais Y și colab., 2005).

În cazul unui sol cu o rată de formare redusă (Morgan R.P.C., 2005), orice pierdere de sol mai mare de 1 t/ha/an poate fi considerată ireversibilă într-un interval de timp de 50-100 ani. Pierderi de 50-100 t/ha/an sol poate avea serioase efecte (Gobin și colab., 2002). Pierderi de 20-40 t/ha/an pot rezulta din căderi abundente de precipitații (furtunile), astfel de evenimente extreme periodice pe parcursul a doi sau trei ani pot determina pierderi și mai mari de sol, mai mult de 100 t/ha/an. Astfel de pierderi pot avea efecte catastrofale și consecințe serioase mai ales la nivel local.

#### d) Selectarea modelului

Nu există o metodologie unitară care să poată defini pierderile de sol determinate de diferitele tipuri de eroziune menționate mai sus. Există, de exemplu, modele care estimează pierderile de sol determinate de apă prin șiroire, dar nu sunt pretabile în a estima pierderile de sol importante, cum ar fi cele de adâncime.

Pierderile de sol determinate de topirea zăpezilor sunt restricționate în extrapolare, acestea necesitând o abordare diferită. Pierderile de sol determinate de efectuarea lucrărilor agricole trebuie, de asemenea tratate separat (Borselli și colab., 2002). Există modele de estimare a eroziunii prin vânt (Warren A, 2002; Riksen M., 2002), dar datele privind viteza și direcția vântului necesare pentru a rula aceste modele nu au, în general rezoluția necesară.

Pentru propuneri în ceea ce privește legislația, este foarte important ca eroziunea să fie definită printr-un parametru bine stabilit și clar, inteligibil, cum ar fi pierderea de sol pe unitatea de suprafață, determinată printr-o metodă acceptată. Deoarece termenul de "amenințare", nu caracterizează eroziunea naturală, ci pe cea indusă de factorul uman, este important a se realiza o distincție clară între pierderea de sol naturală dintr-un areal bine definit și cea determinată de activitatea omului, de exemplu modul de utilizare a terenului sau practicile agricole aplicate. Modele calibrate și validate pot fi utilizate pentru a diferenția eroziunea naturală de cea indusă de activitățile antropice prin simularea pierderilor de sol sub influența folosinței actuale a terenului și comparându-le pe acestea cu estimările pierderilor de sol în condiții naturale de eroziune.

După cum s-a prezentat, există multe modele de evaluare a riscului la eroziune și de predicție a pierderilor actuale de sol, care au fost dezvoltate în ultimele decade. Cele mai multe dintre acestea se adresează în principal eroziunii prin apă prin încercările de a combina:

1. probabilitatea solului de a se eroda – *erodabilitatea*;
2. efectul precipitațiilor în exces – *erozivitatea*;
3. gradul de protecție asigurat de vegetație – *factorul de acoperire a terenului*;
4. geometria arealului – *înclinarea și lungimea pantei*.

Pierderile de sol pot fi măsurate punctual, însă pentru factorii decizionali, în vederea implementării unor propuneri și recomandări, este necesară realizarea unor estimări cel puțin la nivel de unitate administrativă, de exemplu NUTS (Joneas R.J.A., 2002; Bullock P. și Montanarella L., 2005) și apoi extrapolarea eventual la nivel național.

În același timp, trebuie avut în vedere faptul că, estimările pierderilor de sol nu se pot realiza cu aceeași acuratețe ca în cazul proprietăților individuale, cum ar fi conținutul de argilă, carbon organic etc. Eroziunea este un fenomen complex care rezultă din efectul combinat al comportării mai multor indicatori de sol și alți factori de mediu, care acționează la suprafața solului; deci, poate fi cuantificată doar ca pierdere de sol actuală.

Eroziunea prin apă, mai precis eroziunea prin șiroire este, la nivel european cea mai larg răspândită formă prin care au loc pierderi fizice de sol. Există diferite modele de estimare a eroziunii prin apă, care sunt aplicate la nivel european. Cel mai utilizat model este USLE (Ecuația Universală a Pierderilor de Sol) (Wischmeier W.H., și Smirh D.D., 1978). În unele areale, însă, se utilizează o formă revizuită la modelului RUSLE (Renard K. și colab., 1997).

Modelul PESERA (Model de Evaluare a Riscului la Eroziune a Solului Pan-European) (Kirkby M.J., și colab., 2003) oferă rezultatele cele mai precise și realiste la nivel european, comparativ cu cele ale lui USLE, estimarea scurgerilor de suprafață realizându-se cu o metodologie care se pretează cel mai bine condițiilor existente la nivel european. Acest model însă, a devenit operațional recent și necesită o calibrare și validare suplimentară.

*e) Identificarea arealelor cu risc la eroziune*

Arealele cu risc de eroziune a solului ar trebui identificate, în fază inițială, pe baza estimării pierderilor de sol la nivel de unitate spațială standard. De exemplu, estimările ar putea fi realizate într-un grid de 1 km, la nivel de bazin hidrografic sau unitate administrativă (NUTS).

Recomandările în ceea ce privește limita la care există un risc de eroziune sunt ca aceasta să fie stabilită la 2 t/ha/an.

*f) Validarea rezultatelor metodologiei utilizate*

Eroziunea solului accelerată poate fi estimată prin:

1. măsurarea pierderilor de sol la nivel de plot;
2. estimarea pierderilor de sol pe unitatea de suprafață sau pe clase, prin modelare;
3. analize expert ale pierderilor de sol la nivel de plot, pantă, bazin hidrografic, sau alt tip de unitate spațială (de ex. unitate administrativă).

Eroziunea solului, din datele existente în prezent la nivel european, a fost, în general, sporadic măsurată, cel mai mult în situri de cercetare experimentală în care a fost posibil instalarea echipamentelor necesare; deseori însă, în respectivele locații, eroziunea nu constituia o problemă. Prin urmare aceste măsurători efectuate nu oferă o viziune reală a problemicii la nivel regional sau chiar național, mai ales că aceste informații au fost utilizate pentru calibrarea și validarea modelelor de predicție, este posibil deci ca rezultatele modelelor să nu corespundă realității. În viitor, va fi necesară obținerea de noi date din măsurători, revizuirea siturilor de măsurare, a echipamentelor amplasate la nivel de unitate spațială standard și cu operare pe termen lung.

*g) Definirea criteriilor comune de selectare a datelor de intrare*

În urma analizării metodologiilor existente pentru evaluarea riscului la eroziune, au fost stabilite criterii comune de selectare a datelor de intrare necesare pentru identificarea arealelor cu risc la eroziune.

Criteriile comune stabilite în ceea ce privește selectarea datelor de intrare necesare pentru estimarea riscului la eroziune sunt (tabelul 2):

1. criterii de sol: distribuția după mărime a particulelor, susceptibilitatea la formarea crustei, starea de drenaj/exces de apă la suprafața solului, conținut de carbon organic;
2. criterii topografice: pantă, lungime, geometrie;
3. criterii climatice: precipitații (intensitate, cantitate), evapotranspirație (cantitate), vânt (viteză și direcție), temperatură (maximă și minimă);
4. criterii de acoperire a terenului: acoperirea terenului/utilizarea terenului.

Tabelul 2: Date de intrare pentru caracterizarea și identificarea arealelor cu risc la eroziune

| Criterii comune                                                                    | Sursa de sate/<br>Tip de in formație                                                         | Calitatea datelor/Rezoluție                          |                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                    |                                                                                              | Nivel 1*                                             | Nivel 2**                                                                                |
| unitate tipologică de sol;<br>unitate cartografică de sol                          | bază de date la nivel național                                                               | nivel național                                       | nivel regional                                                                           |
| textura solului (la nivel de unitate tipologică de sol)                            | clasă texturală; fracțiune granulometrică (conținuturi de nisip, praf, argilă)               | clasă texturală                                      | fracțiune granulometrică                                                                 |
| densitate aparentă, proprietăți hidraulice (la nivel de unitate tipologică de sol) | densitate aparentă, capacitate de câmp (CC), coeficient de ofilire (CO)                      | reguli sau funcții de pedotransfer                   | date măsurate                                                                            |
| topografie                                                                         | pantă, lungime, geometrie, modele digitale de teren                                          | grid 250 m                                           | grid 90 m                                                                                |
| acoperirea terenului                                                               | localizarea tipului de acoperire a terenului (CORINE)                                        | grid 250 m                                           | grid 100 m                                                                               |
| utilizarea terenului                                                               | utilizarea terenului, statistici agricole (de ex. distincții între tipurile de cultură)      | NUTS 3                                               | NUTS 4                                                                                   |
| climă                                                                              | precipitații: ploi, căderi de zăpadă, număr de zile cu ploi, evenimente extreme, temperatură | grid 10 km medie zilnică<br>grid 50 km medie zilnică | grid 1 km (modelare din date de la rețeaua națională de stații meteo)<br>Zilnic – 30 ani |
| hidrologie                                                                         | sistem de informare la nivel de bazin hidrografic<br>model digital de teren                  | grid 10 km                                           | grid 1 km                                                                                |
| Zonă agro-ecologică                                                                | Bazat pe sol, climă, relief, vegetație, factor antropic                                      | grid 50 km                                           | grid 1 km                                                                                |

\* etapa de identificare a arealelor de risc pe baza informațiilor existente;

\*\* etapa de aplicare a măsurilor de ameliorare a riscului

Ținând cont de toate aceste criterii poate fi stabilită metodologia de estimare a riscului la eroziune adecvată, care să fie pretabilă condițiilor specifice locale. Modelul de estimare a riscului trebuie însă periodic rulat, cu seturi de date de intrare detaliate (sol, climă, topografie, acoperire a terenului). Modificări ale condițiilor climatice, meteorologice și ale datelor privind acoperirea terenului pot avea ca rezultat estimări ale riscului la eroziune diferite. Poate fi totodată demonstrat în ce măsură managementul terenului prin modificarea modului de acoperire a terenului cu vegetație, poate influența predicția pierderilor de sol. În mod similar, poate fi demonstrat în ce măsură scenarii climatice viitoare pot influența prognozarea pierderilor de sol. Un scenariu al utilizării terenului care are ca rezultat estimarea unor pierderi mai mici de sol, poate constitui o măsură a unui bun management al terenului sau al unor bune practici agricole. Este important, de asemenea de observat, în aceste rulări sau aplicări ale metodologiei periodice, posibilele scenarii climatice care determină predicția unor pierderi de sol mai ridicate.

### ***2.2.2. Evaluarea criteriilor comune de armonizare în identificarea arealelor cu risc la degradare prin salinizare***

#### ***a) Salinizare/sodificare – concepte, definiții***

*Salinizare* – este procesul care are ca efect creșterea excesivă a conținutului de săruri solubile din sol. Sărurile acumulate includ sodiu, potasiu, magneziu și calciu, cloruri, sulfați, carbonați și bicarbonați. Procesele de salinizare sunt primare și secundare. Salinizarea primară implică acumularea de săruri prin procese naturale, ca efect al unor conținuturi ridicate de săruri în materialul parental sau apa freatică. Salinizarea secundară este determinată de factorul uman, cum ar fi de exemplu aplicarea irigațiilor în condiții indecvate (apă de irigații bogată în săruri și/sau drenaj insuficient pentru a elimina sărurile în exces).

*Sodificare* – este procesul de acumulare al cationilor de  $\text{Na}^+$  în faza lichidă și/sau solidă a solului ca săruri cristalizate, cum ar fi,  $\text{NaHCO}_3$  sau  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , ioni care se regăsesc în soluția solului cu alcalinitate ridicată (alcalizare), sau ioni schimbabili în complexul adsorbiv al solului (procentul de sodiu schimbabil).

#### ***Tipuri de salinizare/sodificare***

Solurile afectate de săruri sunt clasificate astfel:

- 1) Soluri în care conținutul ridicat de săruri domină problematica (salinizare);
- 2) Soluri în care conținutul ridicat de sodiu domină problematica (sodicizare);

- 3) Soluri cu caracteristici specifice în diferite condiții de mediu, care pot fi supuse unui risc de salinizare/sodificare.

*Riscul la salinizare/sodificare în contextul noțiunii de „amenințare”*

Riscul la salinizare/sodificare, conceptual, este o măsură a probabilității și severității acestor procese datorate factorului uman, care influențează negativ una sau mai multe funcții ale solului. În acest context, trebuie evaluat, în principal, procesul de salinizare sau sodificare secundar și într-o primă fază elementele potențial determinate ale riscului:

- Durata de viață a plantei, care este legată de fertilitatea și productivitatea solului;
- Biodiversitatea solului;
- Deteriorarea stării solului (creșterea potențialului de eroziune, deșertificarea, destructurarea agregatelor de sol, compactarea);
- Ciclul hidrologic, regimul de umiditate (creșterea pericolului de apariție a evenimentelor extreme cum ar fi, inundația, excesul de apă, seceta);
- Ciclul biogeochimic al elementelor (nutrienții, elementele poluante, elementele și componentele potențial toxice).

Condițiile premergătoare acumulării de săruri sunt următoarele:

- Sursa de săruri (procesele de alterare al materialului parental, corpurile de apă);
- Agenții de transport al sărurilor (vânturile, corpurile de apă de suprafață și subterane) conduc la acumularea de săruri dintr-un areal mai mare într-unul mai mic sau de la un depozit geologic de grosime mare la un orizont de acumulare subțire;
- Forțele determinate ale mobilității sărurilor: relieful în cazul scurgerilor de suprafață; capacitatea de reținere-cedare a solului în cazul percolării în zona nesaturată; concentrația soluției solului;
- Bilanțul negativ al apei;
- Limitările de drenaj vertical și orizontal.

*b) Identificarea factorilor care influențează riscul la salinizare/sodificare*

*Factorii (naturali) de mediu* care determină salinizarea/sodificarea:

- Procesele de pedogeneză care determină creșterea concentrației de săruri în apa freatică și în consecință în sol;
- Infiltrația apei freactice în straturi aflate sub nivelul mării (microdepresiuni) și cu drenaj intern redus;
- Corpurile de apă de suprafață care inundă areale cu substrate geologice care eliberează cantități mari de săruri;

- Acțiunea vântului.

Factorii antropici care pot conduce la apariția salinizării/sodificării sunt:

- Apele de irigație bogate în săruri;
- Creșterea nivelului apei freatice, ca efect al activităților umane (scurgeri din canalele sau conductele de irigație; realizarea unor scheme de irigație inadecvate; utilizarea unor metode de irigație neperformante, drenajul necorespunzător;
- Utilizarea îngrășămintelor pe terenuri supuse unei agriculturi intensive și care au permeabilitate și capacitate de infiltrație reduse;
- Utilizarea pentru irigație a apelor uzate cu conținut ridicat de săruri;
- Împrăștierea apelor uzate bogate în săruri pe soluri și implicit contaminarea acestora.

c) Caracterizarea receptorului (solul)

Starea solului, ca răspuns la acțiunea factorilor antropici depinde de proprietățile sale pe de-o parte și de factorii naturali externi din arealul analizat.

*Factorii naturali externi* se referă la:

- Climă (temperatură, precipitații, evaporație, caracteristicile vântului, cu distribuția și variabilitatea lor temporală;
- Geologie (sursele potențiale de săruri, succesiunea și grosimea acviferelor, transmisibilitatea verticală și orizontală a straturilor geologice);
- Relief;
- Condițiile de drenaj vertical și orizontal;
- Hidrologie (calitatea și cantitatea corpurilor de apă de suprafață și subterame).

*Caracteristicile naturale ale solului* care sunt avute în vedere sunt:

- Textura;
- Structura (stabilitatea agregatelor structurale; susceptibilitatea la apariția crăpăturilor, a proceselor de gonflare-contrație);
- Compoziția mineralogică a argilei;
- Starea de compactitate a solului (distribuția după mărime a porilor);
- Proprietăți hidrofizice ale solului (capacitatea de infiltrație, capacitatea de reținere pentru apă, conductivitatea hidraulică);
- Conținutul de săruri (compoziția ionilor).

Caracterizarea solului ca și receptor al riscului trebuie integrată cu caracterizarea factorilor naturali externi.

*d) Selectarea modelului /disponibilitatea datelor de intrare – calitatea datelor de ieșire*

În prezent, arealele cu risc potențial de salinizare/sodificare au cele mai detaliate descrieri ale solurilor. La nivel european a fost elaborată harta solurilor afectate de salinizare/sodificare la scara 1:1000000 în 1974 de către Szalbocs. Există și hărți elaborate la scări mai mici, la nivel de regiune, pentru arealele considerate cu risc la salinizare/sodificare. Estimările realizate nu sunt însă de actualitate, acestea trebuiesc revizuite periodic, în scopul de a identifica cu exactitate evoluția riscului.

Estimările realizate în anii '70 au localizat regiunile cele mai afectate de salinizare/sodificare: Ucraina, Bazinul Carpatic, Câmpia Română. Amenințarea că salinizarea se poate intensifica și extinde este foarte probabil, de aceea este necesară la nivelul țării noastre revizuirea și eventual identificarea a noi areale cu risc potențial.

*Rezoluția spațială a evaluării riscului la salinizare/sodificare*

Rezoluția spațială a estimării riscului este stabilită de nivelul la care factorul decident este determinat să acționeze; se recomandă însă ca aceste estimări să fie realizate la nivel de continent, țară și regiune.

Pot rezulta trei tipuri de hărți:

- 1) așa-zisele hărți cu „puncte fierbinți”: hartă continentală la scara 1:1000000 și hartă la scară națională, 1:500000. Aceste hărți indică regiunile afectate de un grad ridicat de concentrație a sărurilor utilizând trei clase:
  - i. soluri saline
  - ii. soluri sodice
  - iii. soluri potențial afectate de săruri
- 2) hărți cu scară medie: 1:500000 – 1:100000 pentru o clasificare mult mai detaliată care delimitează cinci clase, după Szalbocs, 1974
- 3) hărți cu scară mai largă pentru operații practice 1:50000-1:10000.

*Rezoluția temporală a evaluărilor riscului la salinizare/sodificare*

- 1) 1:1000000, dacă se realizează o singură up-date;
- 2) 1:100000, up-date la 5-10 ani;
- 3) 1:10000, up-date la 1-3-6 ani în funcție de evoluția stării (proprietăților) solului (sistemul de monitoring).

e) Definirea criteriilor comune de selectare a datelor de intrare

Natura datelor de intrare necesare pentru caracterizarea stării de salinitate/sodificare a solurilor este prezentată în tabelul 3:

Tabelul 3: Date de intrare necesare pentru caracterizarea și identificarea riscului la salinizare/sodificare

| Indicatori de sol                                                                                                                                              |                    | la $t_0$ | anual | 3 ani | 6 ani | Observații                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------|-------|-------|-------|------------------------------------------|
| Descrierea morfologică a profilului de sol                                                                                                                     |                    | +        |       |       |       |                                          |
| Distribuția după mărime a particulelor                                                                                                                         |                    | +        |       |       |       |                                          |
| textura                                                                                                                                                        |                    | +        |       |       |       |                                          |
| Capacitatea totală pentru apă ( $pF_0$ )                                                                                                                       |                    | +        |       |       |       | Pe probe de sol în structură nederanjată |
| Capacitatea pentru apă în câmp (CC- $pF$ 2,5)                                                                                                                  |                    | +        |       |       |       |                                          |
| Coeficientul de ofilire (CO- $pF$ 4,2)                                                                                                                         |                    | +        |       |       |       |                                          |
| Capacitatea pentru apă utilă (CU = CC-CO)                                                                                                                      |                    | +        |       |       |       |                                          |
| Conductivitatea hidraulică saturată                                                                                                                            |                    | +        |       |       |       |                                          |
| Conținut de $CaCO_3$                                                                                                                                           | dacă > 5 %         | +        |       |       | +     |                                          |
|                                                                                                                                                                | dacă 1 – 5 %       | +        |       | +     |       |                                          |
|                                                                                                                                                                | dacă < 1 %         | +        | +     |       |       |                                          |
| pH ( $H_2O$ )                                                                                                                                                  | dacă $CaCO_3$ > 1% | +        |       | +     |       |                                          |
|                                                                                                                                                                | dacă $CaCO_3$ < 1% | +        | +     |       |       |                                          |
| Conținut total de săruri solubile                                                                                                                              |                    | +        | +     |       |       |                                          |
| Analize a extractului apos 1:5 (pH, conductivitate electrică a apei, $CO_3^{2-}$ , $HCO_3^-$ , $Cl^-$ , $SO_4^{2-}$ , $Ca^{2+}$ , $Mg^{2+}$ , $Na^+$ , $K^+$ ) |                    | +        |       |       | +     |                                          |
| Alcalinitate                                                                                                                                                   |                    | +        |       | +     |       |                                          |
| Adâncime orizont humus                                                                                                                                         |                    | +        |       |       | +     | Pe profil                                |
| Conținut de materie organică                                                                                                                                   |                    | +        | +     |       |       |                                          |
| Capacitate de schimb cationic                                                                                                                                  |                    | +        |       |       | +     |                                          |
| Cationi schimbabili ( $Ca^{2+}$ , $Mg^{2+}$ , $Na^+$ , $K^+$ )                                                                                                 |                    | +        |       |       | +     |                                          |
| Compoziția apei freatice ((pH, conductivitate electrică a apei, $CO_3^{2-}$ , $HCO_3^-$ , $Cl^-$ , $SO_4^{2-}$ , $Ca^{2+}$ , $Mg^{2+}$ , $Na^+$ , $K^+$ )      |                    | +        | +     |       |       |                                          |

f) Sisteme de clasificare și prezentare a rezultatelor estimărilor

Clasificarea rezultatelor și modul în care acestea sunt prezentate depinde de trei factori:

- i. scopul inițial al practicilor de management al terenurilor afectate de salinizare/sodificare;
- ii. gradul și tipul de salinizare;
- iii. condițiile specifice locale și prioritățile.

Obiectivul prioritar al practicilor de utilizare a terenului a fost radical modificat la nivel european în ultimele decade, trecându-se de la conceptul producției agroalimentare intensive la cel al conservării terenului și protecției mediului. Aceste două modalități de abordare total antagoniste determină necesitatea prezentării rezultatelor total diferit.

Dacă arealul identificat ca fiind afectat de salinizare/sodificare este utilizat *intensiv*, rezultatele estimărilor trebuie să reflecte: necesitatea reabilitării și îmbunătățirii stării terenului; prevenirea sau cel puțin reducerea cât mai mult posibil a intensității proceselor negative; creșterea fertilității și productivității agricole, prin investiții și inputuri ridicate.

Dacă arealul identificat ca fiind afectat de salinizare/sodificare este supus practicilor de *conservare*, rezultatele estimărilor trebuie să se îndrepte către: menținerea stării prezente de conservare sau restabilirea stării naturale prezente anterior, de exemplu lacurile sărate, terenurile inundate, terenurile salinizate cu ecosisteme speciale (parcuri naționale, arii protejate etc.).

### ***2.2.3. Evaluarea criteriilor comune de armonizare în identificarea arealelor cu risc la degradare prin compactare***

#### ***a) Compactare – definiții, concept***

Procesul de compactare apare ca efect al solicitării mecanice determinate de traficul exagerat al mașinilor agricole la suprafața solului în condiții inadecvate de lucrabilitate și traficabilitate. Sunt și alte activități antropice care determină apariția compactării în areale susceptibile cum ar fi, turismul, infrastructura etc. Prin compactare spațiul macroporos al solului se reduce, având ca efect direct reducerea densității aparente și indirect pierderea capacității de absorbție pentru apă. Compactarea apare în fază inițială în orizontul de suprafață al solului, în timp însă, straturi ale subsolului sunt afectate de acest proces negativ. Compactarea de subsol este larg răspândită mai ales în arealele în care se practică agricultura în regim intensiv.

Deteriorarea stării structurale a solului, ca efect al apariției compactării creează condiții nefavorabile dezvoltării sistemului radicular al plantelor, influențează negativ capacitatea de stocare a apei, activitatea biologică și în final fertilitatea solului. Precipitațiile abundente

căzute într-un areal afectat de compactare pot determina stagnarea apei la suprafața solului și scurgeri de suprafață care au ca efect creșterea riscului de eroziune.

Prin urmare „compactarea solului” poate fi definită ca un proces de reducere a porozității solului indusă de orice fel de activitate umană prin care acesta este supus unei solicitări mecanice, care are ca efect modificarea proprietăților lui și conduce la deteriorarea uneia sau mai multor funcții ale sale.

*Evaluarea riscului de degradare a solului prin compactare*

Evaluările de risc la degradare a solului prin compactare trebuie să:

1. identifice factorii care determină la suprafața solului o presiune mecanică care are implicații negative directe asupra stării de porozitate a solului și indirecte asupra altor funcții ale solului;
2. să caracterizeze relația dintre presiunea sau solicitarea mecanică și intensitatea reducerii spațiului macroporos și a altor efecte adverse;
3. să caracterizeze expunerea solului la o astfel de amenințare, adică să stabilească natura compactării și intensitatea efectelor negative rezultate.

*b) Identificarea factorilor care influențează compactarea*

Factorii care determină o presiune mecanică la suprafața solului trebuie analizați în funcție de starea de umiditate a solului. Fiecare dintre acești factori trebuie caracterizat prin: i) intensitatea solicitării mecanice aplicate și ii) durata de menținere a acestei solicitări.

Multe studii realizate în ceea ce privește compactarea solului au pus în evidență faptul că activitățile umane responsabile de apariția acestui proces negativ sunt legate de agricultură și silvicultură (Van den Akker, 1999; Van den Akker și Canarache, 2001). Sunt și alte activități care au un impact sever asupra compactării solului: activitățile recreative, infrastructura, activitățile miniere, etc.

În cazul agriculturii și al silviculturii pericolul cel mai mare este dat de utilizarea mașinilor care în ultimele decade au devenit din ce în ce mai grele (Imeson și colab., 2004). Compactarea solului este determinată în mod direct de trecerea pe aceleași urme a roților mașinilor cu greutate mare. Încărcarea pe osie a unei roți poate să atingă maxim 130 kN (Poodt și colab, 2003).

Prin urmare Alakukku, 2003 a stabilit factorii care influențează compactarea solului:

- tipul mașinii, încărcarea pe osie, mărimea suprafeței de contact a roții cu solul;

- mărimea suprafeței afectate de mașină în câmp;
- numărul de treceri care determină efectul cumulativ al solicitării;
- momentul utilizării mașinii, în relație cu starea de umiditate a solului.

Specificațiile tehnice ale mașinii rareori sunt menționate, așa încât este utilizat tipul sistemului agricol pentru a determina efectele negative pe care le produce asupra solului. În funcție de natura plantei cultivate, sunt stabilite operațiile agricole necesare, perioadele în care acestea sunt efectuate și adâncimea de cultivare (Chamen și colab., 2003). De exemplu, adâncimea arăturii principale și greutatea mașinii de recoltat în cazul unui teren cultivat cu sfeclă-de-zahăr sunt mai mari decât în cazul culturilor cerealiere. De asemenea, sfecla-de-zahăr se recoltează mai târziu decât culturile cerealiere, astfel că la momentul recoltării, solul are o umiditate mai ridicată decât cea aferentă solului cultivat cu plante cerealiere. Numeroase studii au fost realizate în cazul terenurilor cultivate cu plante perene, fiind menționate consecințele practicilor agricole din acestea areale asupra compactării solului (Boizard și colab., 2002; Poodt și colab., 2003; Van Dijk van Asch, 2002).

Alakukku și colab., 2003, la nivel european, au avut o primă încercare în a stabili operațiunile care determină un risc mediu spre ridicat de deteriorare prin compactare a subsolului, bazată pe analize de tip expert. Pentru fiecare țară au fost luate în considerare criterii bazate pe tipul de operație (arătură, recoltare etc.), planta pentru care operația agricolă executată poate determina un risc (cereale, cartofi, sfeclă-de-zahăr etc.) și tipul mașinii care poate determina apariția compactării (tractor, combină, mașină de împrăștiat îngrășăminte etc.). Alte practici agricole cum ar fi, irigația, drenajul pot de asemenea, influența intensitatea compactării, prin modificările aduse stării de umiditate.

În absența informației privind caracteristicile tehnice ale mașinilor agricole utilizate în diferite țări, rezultatele obținute nu au fost pe măsura așteptărilor. Din acest motiv, s-a încercat ulterior, să se realizeze o tipologie sistemelor agricole, stabilindu-se și efectele pe care acestea le au asupra stării de compactare a solului, pe baza unor analize de tip expert și a informației existente în ceea ce privește:

- tipul de cultură: distincția s-a realizat pe criterii privind tipul de lucrare agricolă necesară, tipul de mașină și momentul efectuării operațiilor;
- caracteristicile terenului: utilizarea mașinilor cu greutate mare necesită câmpuri relativ întinse pentru operare;
- mărimea fermei agricole: practicile agricole intensive de exemplu, necesită ferme de capacitate mare;

- tipul fermei: s-a realizat o diferențiere între noțiunea de fermă agricolă și cea zootehnică, avându-se în vedere fermele care dețin un complex zootehnic și care produc o cantitate de bălegar animalier;
- utilizarea diferitelor practici agricole: semănatul în teren nelucrat, irigația, drenajul etc.

Mașinile utilizate în silvicultură sunt din ce în ce mai grele și mai puternice, încărcarea pe osie a fost stabilit, că poate atinge 300 kN. Numeroase studii au pus în evidență faptul că problematica compactării în sistemele silvicole este în egală măsură comparabilă cu cea din sistemele agricole (Vosbrink și Horn, 2004). Și în silvicultură sunt necesare criterii privind gradul de mecanizare, pentru a realiza o tipologie a sistemelor existente. În funcție de speciile pomice, caracteristicile terenului (relieful), vârsta pomilor, operațiile efectuate diferă în tip, număr și frecvență. De exemplu, mașinile utilizate în operațiile de curățare a terenului diferă de cele de recoltare. În cazul înființării unei păduri pe teren plat sunt utilizate mai multe operații mecanizate decât în cazul celor localizate pe terenuri în pantă.

În agricultură, compactarea solului nu este cauzată doar de mașinile agricole utilizate. Intensificarea creșterii animalelor în ultimele decade, în unele părți ale Europei, au determinat distrugerea pășunilor permanente. De asemenea traficul animalelor în timpul pășunatului influențează compactarea solului.

Gradul de compactare a solului variază în funcție de starea de umiditate. Cu cât umiditatea solului crește, gradul de compactitate este mai ridicat atingând un nivel relativ de echilibru în momentul în care solul are o umiditate corespunzătoare capacității de câmp. La valori ale umidității mai mari decât acest plafon, solul devine din ce în ce mai puțin compactabil, deoarece apa care nu este compresibilă umple o proporție din ce în ce mai mare a porozității totale în detrimentul aerului.

Prin urmare, este foarte important să se cunoască perioada în care presiunea este aplicată pe sol și să se caracterizeze starea de umiditate a solului la acel moment.

### c) Caracterizarea sensibilității solului la compactare

Cunoscând factorii care pot determina o presiune mecanică pe sol, este important să se cunoască modul în care solul reacționează la o astfel de acțiune, adică sensibilitatea la compactare. Reacția solului este diferită în funcție de capacitatea sa de a se opune. Sunt soluri care opun rezistență la orice fel de solicitare externă (au compactabilitate scăzută), altele nu opun rezistență și pot fi compactate sub o solicitare scăzută (au compactabilitate ridicată) (Imeson și colab., 2004).

Pentru a evalua sensibilitatea la compactare a unui sol, este necesar să se prognozeze gradul de compactare la o presiune aplicată și astfel să se determine solicitarea critică peste care solul va fi compactat. Au fost efectuate multe studii pentru a măsura compactarea solului la o solicitare externă datorată traficului mașinilor agricole. A fost pus în evidență faptul că, compactabilitatea solului este influențată de proprietățile sale mecanice, care variază în dinamică cu conținutul de apă al solului. Au fost, de-a lungul timpului, dezvoltate modele care au estimat deformarea solului la diferite solicitări externe aplicate.

Abordările prin modelare, deterministice au unele limitări. În primul rând, acestea au fost dezvoltate pentru a prognoza compactarea solului aflat sub folosință arabilă. Pentru a le aplica în estimările privind compactarea solului datorată pășunatului, ori a terenurilor aflate sub culturi de viță-de-vie sau a celor silvice, unde solicitările și condițiile fizico-chimice ale solului sunt diferite, este necesară validarea lor. În al doilea rând, validarea acestor modele s-a realizat numai la nivel local. Pentru a putea fi extrapolate este necesară o validare mult mai riguroasă. În al treilea rând, modelele fizice necesită ca date de intrare proprietățile mecanice ale unei game variate de soluri, care din păcate nu există la scară largă.

Au fost studii realizate la nivel local (Trauner și colab., 2003; Arviddson, 2004), în general însă, informațiile legate de proprietățile mecanice ale solului sunt reduse și restricționate doar la nivel de site. De aceea, este necesar să se realizeze estimarea indirectă a acestora cu ajutorul funcțiilor de pedotransfer. Van den Akker, 1997, a propus o relație directă între proprietățile mecanice și compactabilitatea solului, care necesită însă, o validare.

Având în vedere cele menționate mai sus, nevalidarea modelelor deterministe bazate pe modelare și datorită lipsei de informații privind mecanica solurilor, o soluție posibilă o constituie realizarea estimărilor de risc la compactare prin abordări de tip expert, bazate pe experiență. Acest tip de estimări pot utiliza ca informație alte caracteristici ale solului cum ar fi textura, conținutul de materie organică, starea structurală, densitatea aparentă etc. Acest tip de date pot fi preluate din cartările de sol sau pot fi cu ușurință estimate prin funcții de pedotransfer (Jones și colab., 2003).

În general, solurile cu conținuturi mari de argilă ( $> 35\%$ ) au o susceptibilitate mai ridicată la deformare comparativ cu solurile nisipoase, pe de altă parte însă, distribuția porilor în solurile cu conținuturi importante de nisip au o distribuție poroasă în favoarea porilor grosieri, astfel că și aceste soluri au o susceptibilitate ridicată la compactare.

În cazul solurilor minerale, prezența materiei organice determină reducerea susceptibilității la compactare, indiferent de clasa texturală a solului. Solurile organice însă, sunt foarte sensibile la apariția compactării, având o rezistență redusă la diferite presiuni exercitate la suprafața

acestora. Solurile cu o stare structură slab dezvoltată, de tip monogranular sunt susceptibile la compactare. Astfel de evaluări sunt bazate pe experiență științifică și practică.

Proprietățile solului sunt în corelație cu starea de umiditate, astfel sunt necesare informații privind proprietățile de reținere-cedare apei. Acest tip de date pot fi utilizate pentru estimarea stabilității mecanice a solului prin funcții de pedotransfer (Wosten și colab., 1998; Horn și Fleige, 2003). Astfel de date sunt necesare în general, pentru a stabili, ținând de condițiile climatice și cerința pentru apă a plantei, perioadele de-a lungul anului când umiditatea din sol este aproape, la sau peste capacitatea de câmp.

Perioadele critice în care nu se recomandă executarea operațiilor agricole în câmp pot fi determinate utilizând diferite metode:

- ✓ Zonarea climatică cu caracterizarea anotimpurilor din punct de vedere al prezenței perioadelor umede;
- ✓ Bilanțul apei climatic pe baza precipitațiilor și evapotranspirației potențiale (PET – Rounsevel și Jones, 1993);
- ✓ Bilanțul apei în sol pe baza capacității utile, a precipitațiilor și a evapotranspirației potențiale (poată fi inclusă și apa de irigații; pe zi sau la interval de 10 zile);
- ✓ Modele de prognoză a recoltei.

Bilanțul apei în sol poate fi estimat prin modelare. Datele climatice ar trebui să acopere șiruri de 20 – 30 ani pentru o variabilitate mai mare.

#### *d) Selectarea modelului de evaluare a riscului*

Riscul degradare prin compactare a solului este rezultatul presiunii exercitate la suprafață. Un sol cu susceptibilitate ridicată la apariția unui astfel de proces, dacă nu este supus unei încărcări externe prezintă risc scăzut de apariție a compactării. Un sol cu susceptibilitate redusă la compactare, dacă este supus unei solicitări externe va avea un risc ridicat de apariție a unui astfel de proces. Prin urmare, sunt necesare trei tipuri de informație:

- Caracterizarea presiunii externe aplicate;
- Susceptibilitatea solului la compactare;
- Perioadele în care umiditatea solului este peste nivelul critic.

Prin combinarea celor trei tipuri de informații pot fi identificate situațiile critice. Pentru aceasta însă, trebuie să existe modele calibrate și validate în funcție de rezoluția spațială și temporală a datelor de intrare:

- ✓ componente spațiale: (1) tipul de solicitare aplicată la suprafața solului și (2) relația între datele climatice și cele de sol, astfel încât să poată fi determinat bilanțul apei în sol. Sunt necesare investigații suplimentare a acestor componente pentru a putea suprapune cele două seturi de date. Metoda de suprapunere spațială depinde de rezoluția, comparabilitatea datelor georeferențiale (limitele administrative, limitele funcționale, griduri, asociații de sol);
- ✓ componente temporale: (1) perioada în care un anumit tip de solicitare acționează la suprafața solului și (2) umiditatea apei în sol pe perioada respectivă. Variabilitatea temporală a datelor climatice depinde de metoda de estimare a bilanțului apei în sol.

#### *e) Criterii comune de selectare a datelor de intrare*

Sunt necesare două tipuri de informație: (1) date spațiale, care oferă informații despre localizarea și factorii de sol și (2) date caracteristice ale factorilor și sensibilității la risc a solurilor. O listă a cerinței minime de date necesare pentru realizarea estimărilor la risc este prezentată în tabelul 4.

#### *Caracterizarea solicitării externe*

##### *Date cu rezoluție spațială:*

Aceste tip de date sunt necesare pentru a localiza locul în care solicitarea externă este determinată de traficul mașinilor agricole sau de pășunat. Se disting trei tipuri de date:

- Acoperirea terenului: arabil, fâneță, pădure, vegetație naturală etc. Sursa de date disponibilă și adecvată este CORINE;
- Utilizarea terenului: oferă informații detaliate despre tipul de plantă cultivată pe un teren arabil, tipul fâneței sau pădurii etc. Sunt necesare date suplimentare privind tipul operației care determină solicitarea la suprafața solului. De regulă, sunt disponibile date statistice referențiate spațial la nivel de unitate administrativă;
- Topografia: este important să se precizeze, de exemplu, dacă sunt realizate operații mecanizate în arealul respectiv.

##### *Date specifice:*

Acest tip de date caracterizează nivelul solicitării externe care poate apărea în arealele respective, cum ar fi, tipul fermei sau sistemul de management al pădurii. Datele pot surveni din sistemele expert sau statistici. Informația principală o reprezintă tipul operațiilor efectuate în arealele analizate, tipul mașinilor agricole utilizate, perioada de utilizare, etc., care derivă

de fapt din tipologia fermei sau a sistemului silvicol și care pot fi comparabile cu datele cu rezoluție spațială.

Tabelul 4: Minimum de date necesare pentru identificarea arealelor cu risc la compactare

| Date de intrare           | Tip de informație                                                                                                                               | Calitatea datelor / Rezoluție                                                          |                                                                       |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
|                           |                                                                                                                                                 | Nivel 1*                                                                               | Nivel 2**                                                             |
| Utilizarea terenului      | Date statistice despre utilizarea terenului: arabi, silvicol                                                                                    | NUTS 3                                                                                 | NUTS 4                                                                |
| Sisteme de ferme          | Tipologia fermelor sau sistemelor forestiere în relație cu utilizarea terenului                                                                 | Informații de tip expert                                                               | Date din cartări                                                      |
| Acoperirea terenului      | Localizarea arealelor agriole, forestiere etc., utilizând date din CORINE                                                                       | 250 m                                                                                  | 100 m                                                                 |
| pantă                     | Model digital de teren                                                                                                                          | 250 m                                                                                  | 90 m                                                                  |
| Tip de sol și textură     | Clasă texturală, conținut mediu de nisip, praf, argilă                                                                                          | Clasă texturală                                                                        | Dimensiunea particulei                                                |
| Descrierea tipului de sol | Densitate aparentă, alți parametri disponibili legați de so: rețenirea apei, conținut de materie organică, structură, conductivitate hidraulică | Funcții sau reguli de pedotransfer                                                     | Măsurători și descrieri morfologice de sol din profile reprezentative |
| Condiții climatice        | Precipitații și evapotranspirație potențială                                                                                                    | Media anuală, date lunare ori șiruri pe 10 ani la nivel de NUTS 3 sau în grid de 50 km | Șiruri de 20-30 ani în grid de 10 km                                  |

\* etapa de identificare a arealelor de risc pe baza informațiilor existente;

\*\* etapa de aplicare a măsurilor de ameliorare a riscului

## *Susceptibilitatea solului*

### *Date cu rezoluție spațială*

Pentru a caracteriza această problemă, poate fi utilizată baza de date geografică de sol europeană, care delimitează unitățile cartografice de sol (SMU), acoperind și unitățile tipologice de sol (STU). Pot fi utilizate și hărțile la scară națională (1:200000).

### *Date specifice*

Datele disponibile pentru fiecare unitate tipologică de sol conține informații privind proprietățile orizontului de suprafață, dar și pe cele ale subsolului cum ar fi, textura, structura solului, conținutul de materie organică, și conținutul de apă din sol. Proprietățile mecanice pot fi estimate prin reguli și funcții de pedotransfer.

## *Interval critic de umiditate a solului*

### *Date cu rezoluție spațială*

Datele climatice ar trebui să fie detaliate spațial. Acest tip de date trebuie să aibă o rezoluție compatibilă cu cele de acoperire a terenului și cu cele de sol. Se disting două tipuri de date:

- ✓ Date punctuale (de la stațiile meteorologice) pentru care trebuie definit arealul reprezentativ (acesta poate constitui o unitate administrativă dacă este compatibilă cu variabilitatea spațială a datelor climatice);
- ✓ Date interpolate (în grid): rezoluția acestor date trebuie să fie compatibilă cu cele privind acoperirea terenului și solul. Metoda de interpolare ar trebui să fie validată.

### *Date specifice*

Precipitațiile și evapotranspirația potențială trebuie să aibă cel puțin o rezoluție de 10 zile sau lunară pentru un an mediu (calculat pe un interval de 10 până la 20 de ani pentru a reflecta variabilitatea în timp a condițiilor climatice).

## *f) Validarea rezultatelor*

Validarea estimărilor de risc la compactare necesită informații suplimentare. Sursele de date trebuie revizuite statistic în permanență, similar și datele din rețelele de monitoring. Pot fi utilizate siturile de referință pentru a avea date din măsurători directe, acestea însă, trebuie localizate pe diferite tipuri de sol, în condiții climatice variate și folosințe diferite a terenului.

### 3. Obiectivul 4 - Identificarea arealelor cu risc/susceptibilitate ridicată la degradare agrofizică

#### 3.1. Activitate 4.1 Realizarea de studii caz pentru identificarea arealelor cu risc ridicat la degradare agrofizică

În cadrul proiectului au fost elaborate metodologii de estimare a arealelor cu risc pentru fiecare din cele trei tipuri de degradare agrofizică a solului analizate: compactare, salinizare, eroziune. Pentru a sintetiza rezultatele proiectului, vom prezenta aceste metodologii și rezultatele obținute în urma aplicării acestora.

##### 3.1.1. Metodologie de evaluarea a riscului la compactare

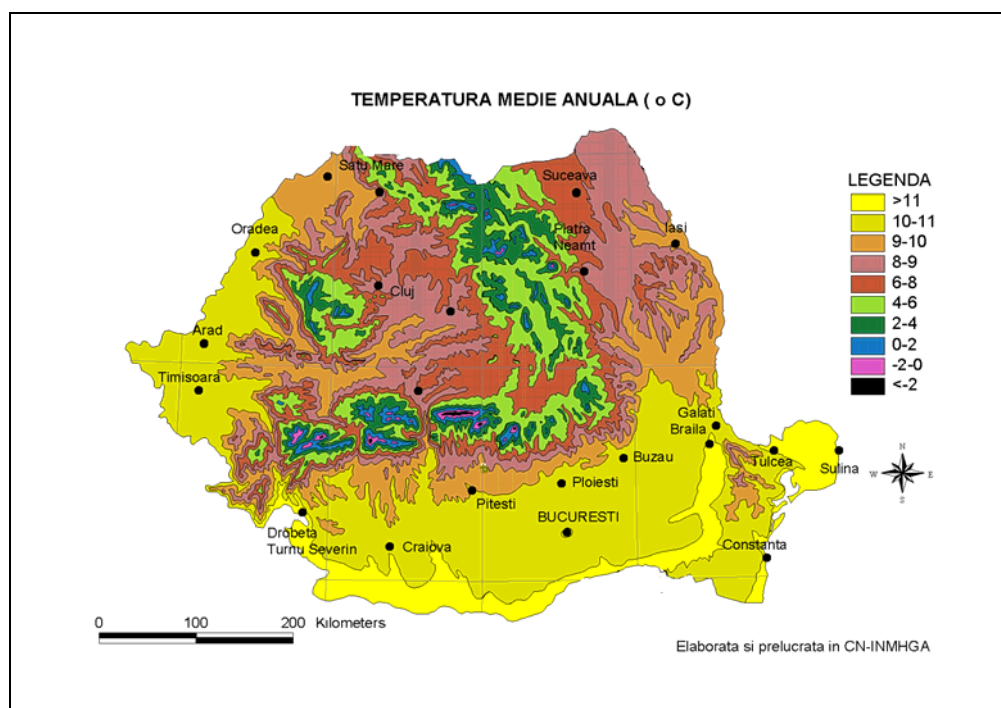
###### 1. Condiții generale

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coordonate                           | Nord:<br>Long : 26°42'05"<br>Lat : 48°15'06"<br>Sud:<br>Long : 25°23'32"<br>Lat : 43°37'07"<br>Est:<br>Long : 29°41'24"<br>Lat : 45°09'36"<br>Vest:<br>Long : 20°15'44"<br>Lat : 46°07'27"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Suprafață (km <sup>2</sup> )         | 238,391 km <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Climă                                | Temperat continentală de tranziție, cu influențe oceanice din vest, mediteraneene din sud-vest și excesiv continentală din                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Temperatura medie (FAO 2006*)        | Temperatura medie multianuală variază în funcție de latitudine, 8°C în nord și 11 °C în sud; în funcție de altitudine valorile sunt de -2,5°C în zona montană (vârful Omu – masivul Bucegi) și 11,6°C în zona de câmpie (orașul Zâmnicea – județul Teleorman) – Fig. 4.<br>Suma temperaturilor active peste 4°C variază de la 800° în zona montană la mai mult de 3200° în sudul Câmpiei Române–Fig. 5<br>Suma temperaturilor active peste 10°C variază de la mai puțin de 150°C în zona montană la mai mult de 1800°C în sudul și sud-estul României– Fig. 6. |
| Precipitații medii anuale (FAO 2006) | Precipitațiile anuale scad în intensitate de la vest către est, de la 600 mm la mai puțin de 500 mm în Câmpia Română de Est, sub 450 mm în Dobrogea și aproximativ 350 mm la malul mării, în zona montană                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

atingând 1000-1500 mm – Fig. 7.

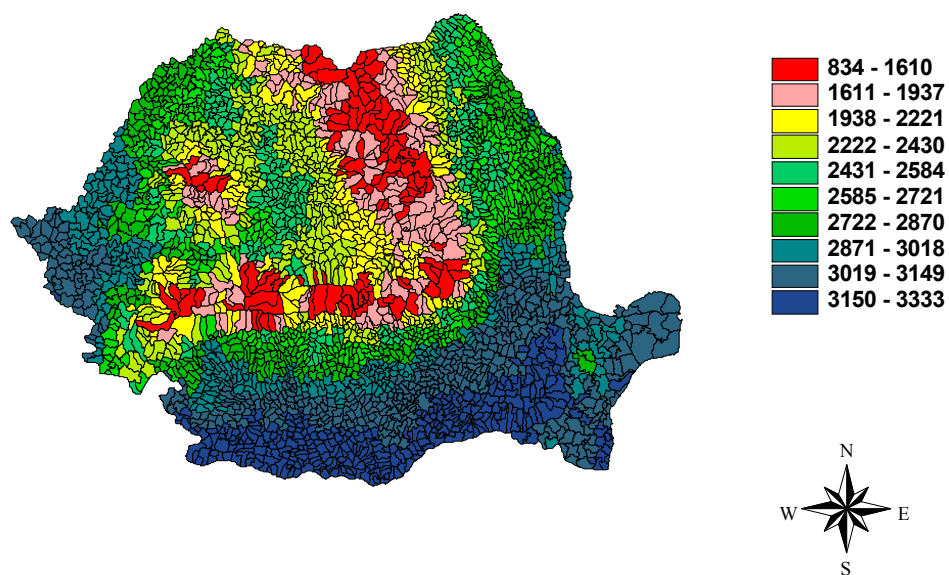
Raportul între precipitațiile anuale cumulate și evapotranspirația potențială crește de la 0,25 la malul mării la 1 în Podișul Transilvaniei. În zona montană raportul atinge valoarea de 2,7 – Fig. 8.

|                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Topografie                     | <p>Relieful României are trei nivele principale : cel mai înalt în Carpați (vârful Moldoveanu – 2544 m), nivelul mediu corespunde Subcarpaților (sunt incluse aici dealurile și podișurile), iar cel mai scăzut include câmpiile, luncile și Delta Dunării.</p> <p>Principalele forme de relief sunt distribuite proporțional (31 % în zona montană, 36 % dealuri și podișuri, 33 % câmpie și lunci), cu o acoperire concentrică a celor trei nivele.</p>                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Altitudine (m)                 | <p>Altitudinea în masivul Făgăraș este de 2544 m, considerând că la nivelul mării se înregistrează valoarea zero – Fig. 9. Harta cu distribuția pantelor este prezentată în Fig. 10.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Vegetație (FAO 2006)           | <p>Vegetația este determinată de relief și elementele pedo-climatică și are o distribuție în etaje. Regiunile montane sunt acoperite de păduri de conifere, amestecate (conifere și foioase) și de foioase. Vârfurile înalte de pășuni alpine și tufișuri de pini pitici, ienuperi etc. În regiunile de deal și podiș sunt răspândite pădurile de fagi și stejari. Dealurile joase și câmpiile înalte sunt acoperite, în general, de <i>Quercus cerris</i> și <i>Quercus frainetto</i>. Vegetația de stepă și silvostepă care acoperă suprafețe cu umiditate scăzută în Podișul Dobrogei, Câmpia Română, Podișul Moldovei, Câmpia Banatului și a Crișanei este reprezentată în principal de culturi agricole.</p> |
| Folosința terenului (FAO 2006) | <p>Harta folosinței terenurilor este bazată pe clasificarea FAO-LCSS – Fig. 11.</p> <p>Suprafața totală de teren arabil este de 9,398,500 ha, iar pășunile acoperă 4,937,600 ha.</p> <p>În fig. 12 și 13 sunt prezentate distribuția suprafețelor arabile, respectiv a pășunilor împreună cu principalele forme de relief.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Tipuri de sol (WRB 2006 RGS**) | <p>Datorită diversității condițiilor pedogenetice, acoperirea cu soluri a suprafeței țării noastre este complexă și prezintă o variabilitate spațială ridicată – fig. 14.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |



*Figura 4: Temperatura medie anuală (media a 100 de ani)*

**Suma anuală a temperaturilor active >4 (medie)  
1961-1990**



*Figura 5: Suma temperaturilor active peste 10°C (calculată la nivel de NUTS 5)*

**Suma anuală a temperaturilor active >10  
1961-1990**

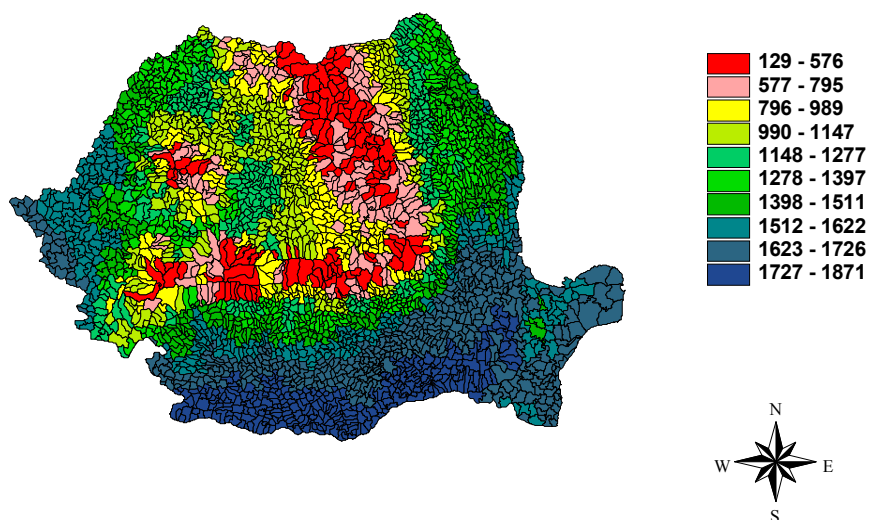


Figura 6: Suma temperaturilor active peste 10°C (calculată la nivel de NUTS 5)

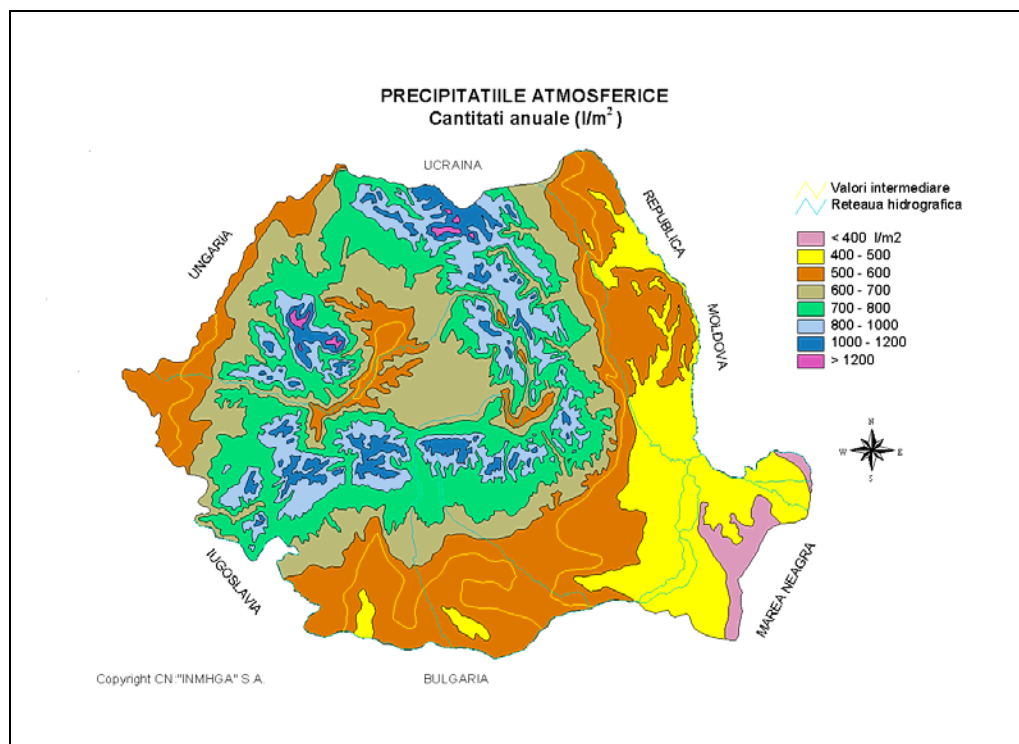


Figura 7: Precipitații medii anuale ( $l\ m^{-2}$ ) (media pe 100 de ani)

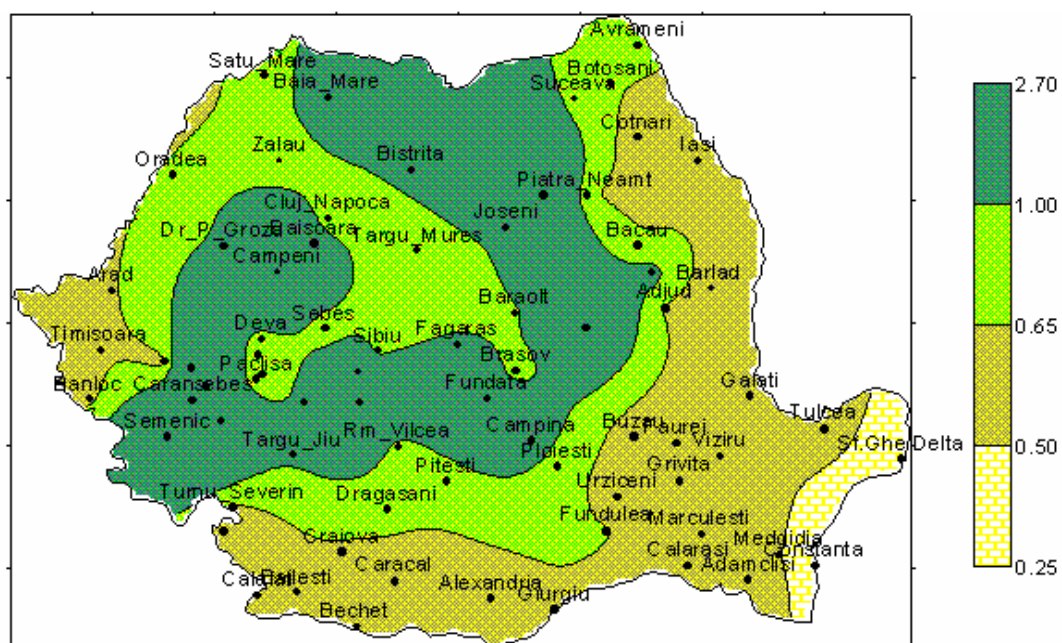


Figura 8: Raportul mediu anual între precipitații și evapotranspirația potențială (media pe 100 de ani)

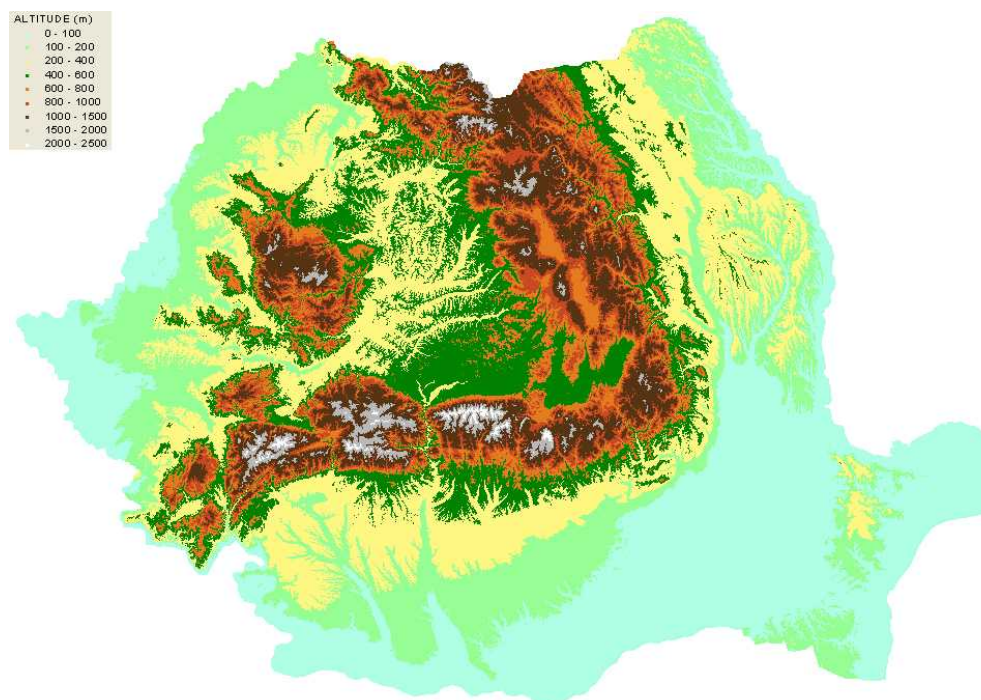


Figura 9: Harta distribuției altitudinii (SRTM 2003, grid din 100 în 100m)

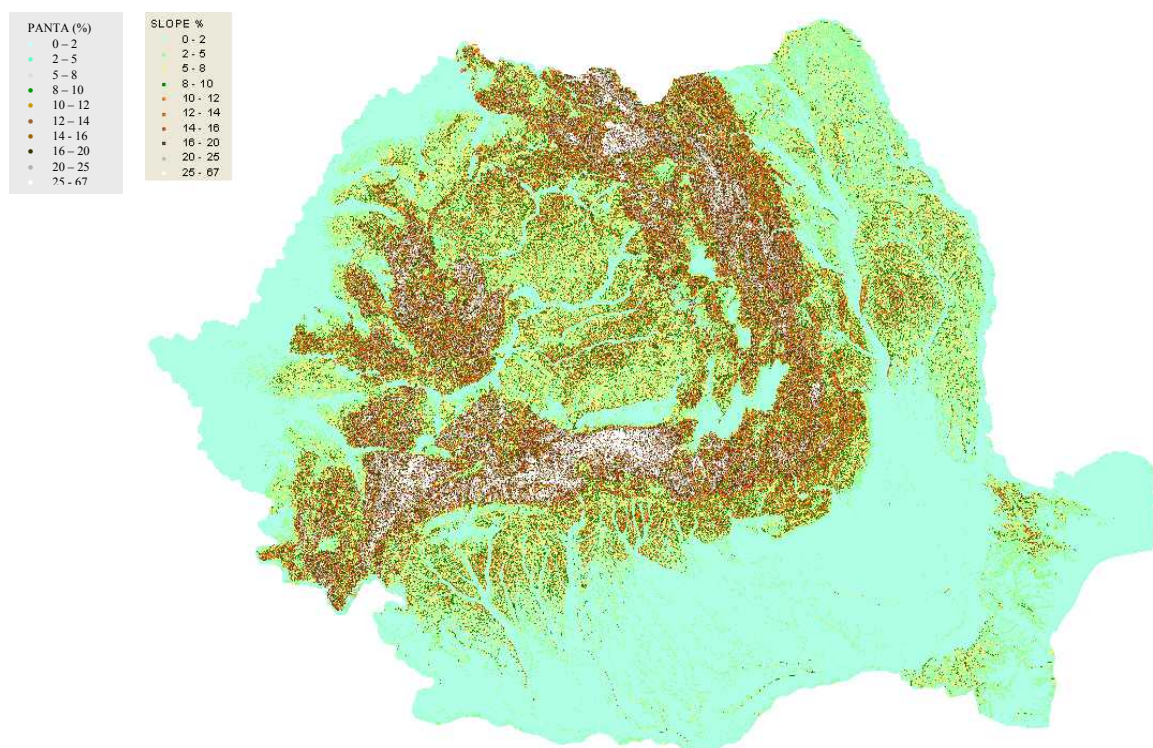


Figura 10: Harta pantelor în România (SRTM 2003, grid 100 x 100m)

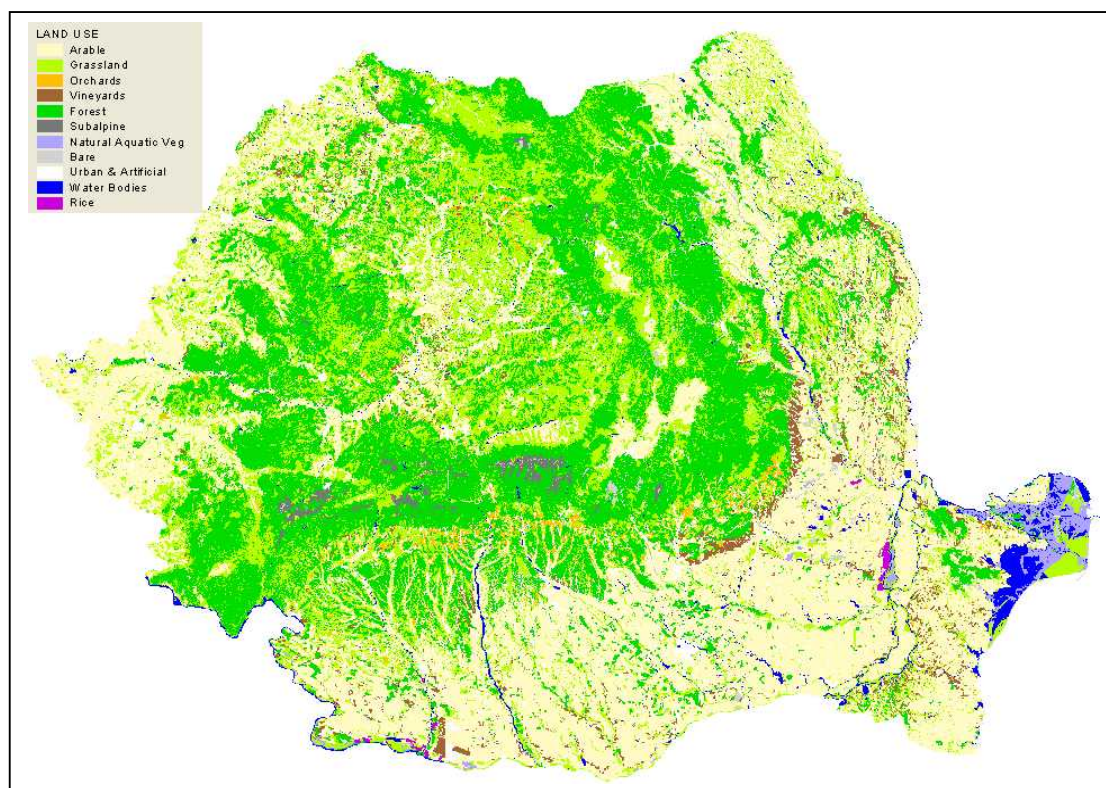
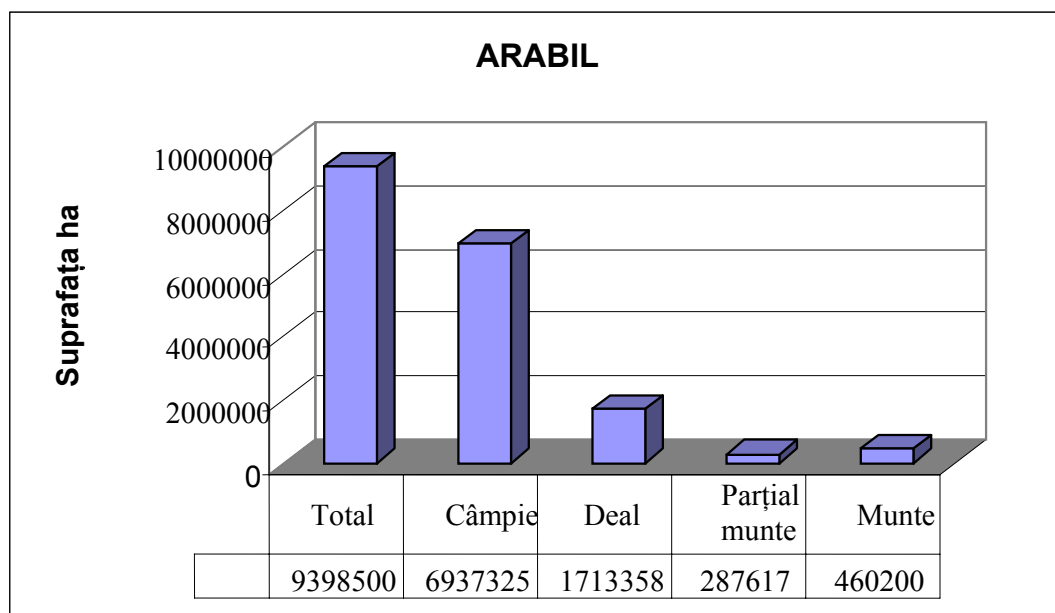
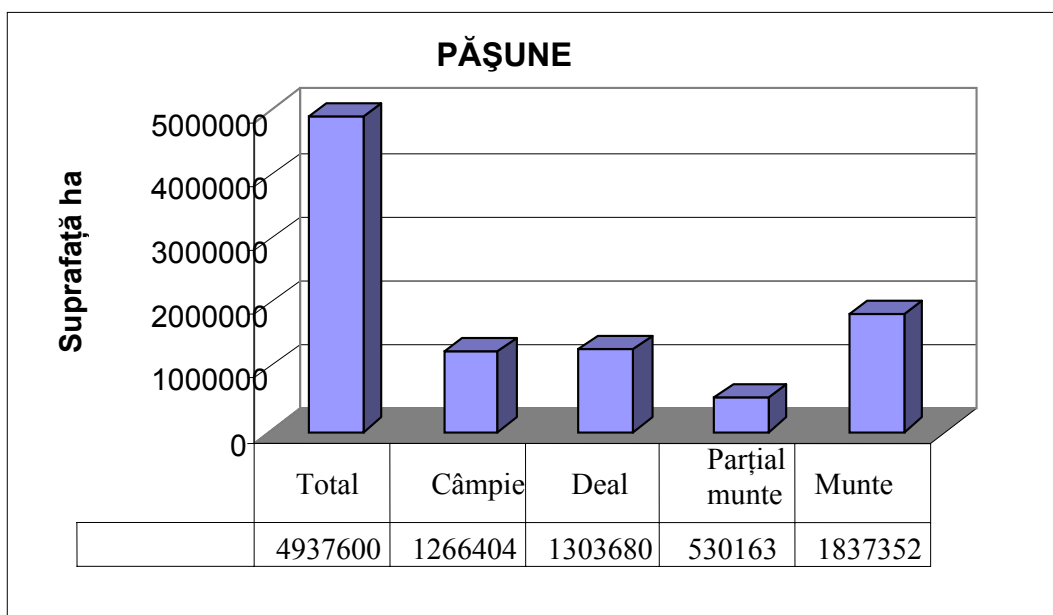


Figura 11: Folosința terenului bazat pe FAO-LCCS



*Figura 12 : Distribuția suprafețelor arabile cu principalele forme de relief*



*Figura 13: Distribuția suprafețelor acoperite de pășuni cu principalele forme de relief*

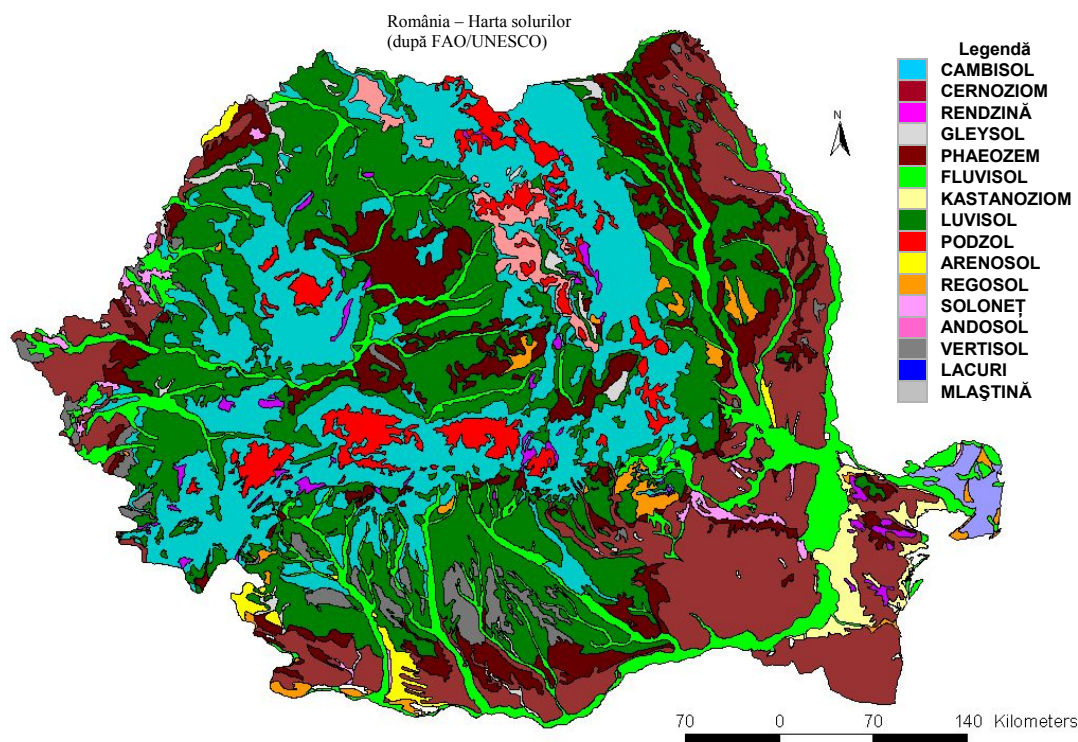


Figura 14: Harta solurilor din România

## 2. Indicatorii utilizați pentru estimarea compactării

| Tip de degradare | Compactarea solului                |
|------------------|------------------------------------|
| Indicator 1      | CP01 Densitate                     |
| Indicator 2      | CP02 Capacitate pentru aer         |
| Indicator 3      | CP06 Vulnerabilitate la compactare |

## 3. Modul de selectare a suprafeței pilot

Pentru evaluarea la nivelul țării noastre a riscului la compactare, indicatorii prezentați vor fi calculați prin metodologia propusă în Îndrumătorul de Proceduri și Protocoale ENVASSO.

Studiul cuprinde întreaga suprafață arabilă precum și cea acoperită de pășuni.

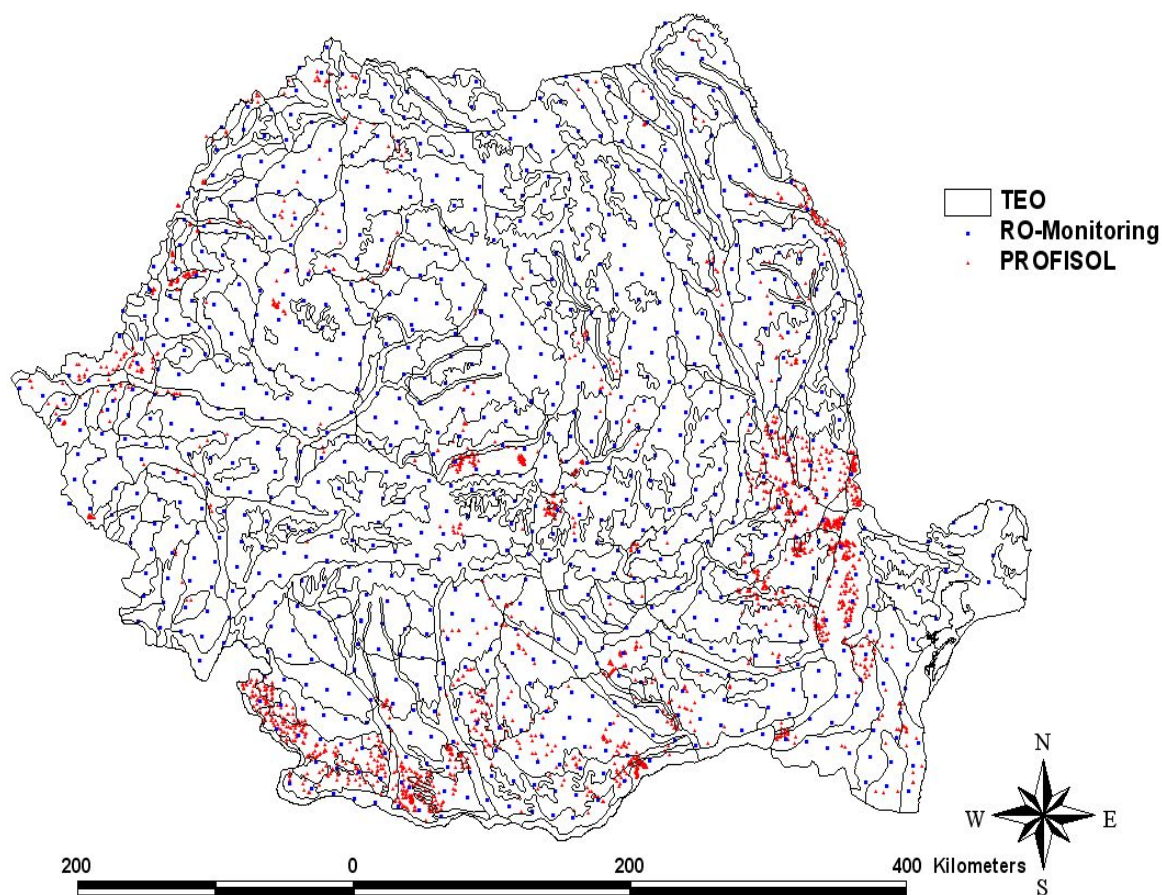
## 4. Evaluarea indicatorilor

Metodologia de evaluare a indicatorilor de caracterizare avută la bază următoarele baze de date geo-referențiate:

- Hărți de sol la scara 1:200,000. Datele prezentate în hărțile de sol se referă la tipul de sol stabilit în acord cu sistemul român de clasificare, clasele texturale, intensitatea proceselor de degradare al solului : eroziunea prin apă și vânt, salinizare, alcalinizare, gleizare.
- Profile de sol din situri specifice cu date agrofizice standard (distribuția după mărime a particulelor, densitatea aparentă, curba de reținere a apei în sol, conductivitatea hidraulică

saturată) din sistemul național de monitoring al solului (rețea acoperind întreaga țară la un grid de 16 x 16 km) și din cartările de sol existente (baza de date PROFISOL).

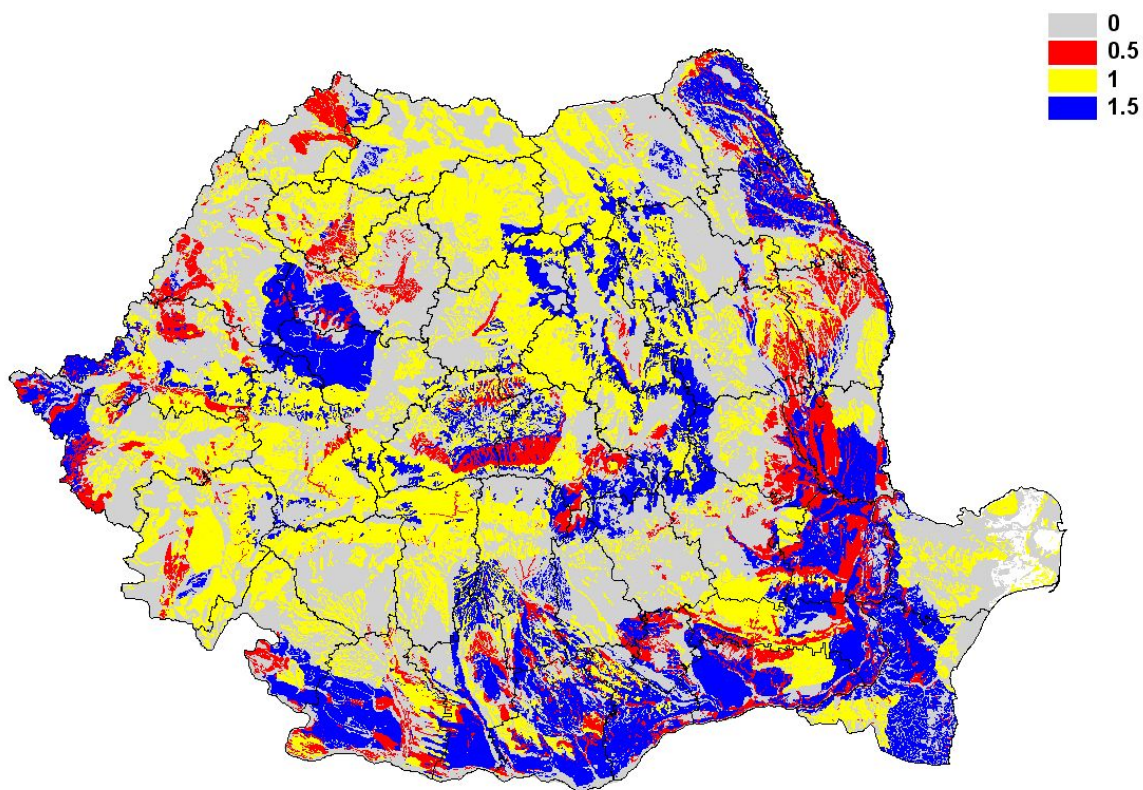
- Unități de teren ecologic omogene (unități cartografice de sol, teren, climă și vegetație) la scara 1:500,000 (TEO).
- Folosința terenului (acoperirea terenului utilizând CORINE).
- Condiții climatice lunare (temperatura aerului, precipitații, evapotranspirație potențială) pentru șirul de ani 1961-1990 (baza pentru studiile de schimbări climatice) într-un grid longitudine x latitudine (aproximativ 10 x 10 km).



*Figura 15: Distribuția spațială a profilelor de sol (din rețeaua de monitoring: RO-Monitoring și cartarea solului: PROFISOL) și a unităților ecologic omogene: TEO*

Figura 15 arată distribuția spațială a profilelor de sol specifice (preluată din rețeaua de monitoring: RO-Monitoring și cartarea solului: PROFISOL) și unitățile de sol ecologic omogene: TEO).

Figura 16 arată acoperirea unităților cartografice rezultate prin intersectarea stratului de sol și a unităților ecologic omogene cu datele profilelor de sol.



*Figura 16: Acoperirea unităților ecologic omogene cu profilele de sol*

- 0 : nu sunt profile de sol;
- 0.5 : profile de sol din PROFISOL;
- 1 : profile de sol din RO-MONITORING;
- 1.5 : profile de sol din RO-MONITORING și PROFISOL

#### *A1. Indicator : DENSITATE (CP01)*

##### *B1. Descriere*

##### Extindere spațială

Toată suprafața arabilă, pășunile și fânețele din România

##### Date

În bazele de date PROFISOL și RO-MONITORING sunt cuprinse valorile densității aparente pe orizonturi genetice de sol.

Determinarea densității aparente s-a realizat în trei repetiții pentru fiecare orizont genetic de sol pe probe în structură nederanjată (cilindri metalici având volumul de 100 cm<sup>3</sup>).

Metoda de determinare este în acord cu ISO 11272:1998.

Determinarea distribuției după mărime a particulelor pe fiecare orizont genetic de sol, atât în PROFISOL cât și în RO-MONITORING s-a efectuat pe probe de sol în structură deranjată. Probele de sol în structură deranjată au fost recoltate din profilele de sol pentru PROFISOL, iar pentru RO-MONITORING a fost recoltată o probă medie de sol în structură deranjată cu sonda pedologică dintr-un perimetru reprezentativ de formă pătrată cu latura de 20 m.

##### Metodă

Densitatea de împachetare a fost calculată utilizând modelul SIDASS (Simota și al., 2005) de predicție a densității aparente a unui strat de sol care corespunde unui sol “virtual” cu o textură și un conținut de materie organică identice cu cele măsurate.

Gradul de compactare al solului este determinat de masa coloanei de sol aflată deasupra orizontului de sol analizat.

Pentru interpretarea valorilor densității de împachetare sunt utilizate următoarele intervale :

- Densitate de împachetare redusă :  $< 1,40 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$
- Densitate de împachetare medie :  $1,40 - 1,75 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$
- Densitate de împachetare mare:  $> 1,75 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

Utilizând datele din cartările de sol, așa cum sunt prezentate în sheet-urile profilelor de sol, procedeul de estimare indirectă a densității de împachetare, luând în considerare structura solului și clasa texturală a acestuia (după Anexa I și II din capitolul 7.2.5. Compactarea solului /CP01 Densitate din Raportul de Protocol și Procedurile ENVASSO bazat pe Hodgson, 1997), a fost evaluat prin compararea datelor computerizate cu cele măsurate.

## Evaluarea rezultatelor

Datele din toate profilele de sol au fost utilizate pentru calcularea densității de împachetare a orizontului de suprafață (cea mai mare valoare în stratul 0-20 cm) și a subsolului (cea mai mare valoare a fost înregistrată în stratul 20-50 cm).

Figura 17 prezintă histograma valorilor măsurate ale densității de împachetare a orizontului de suprafață și a subsolului.

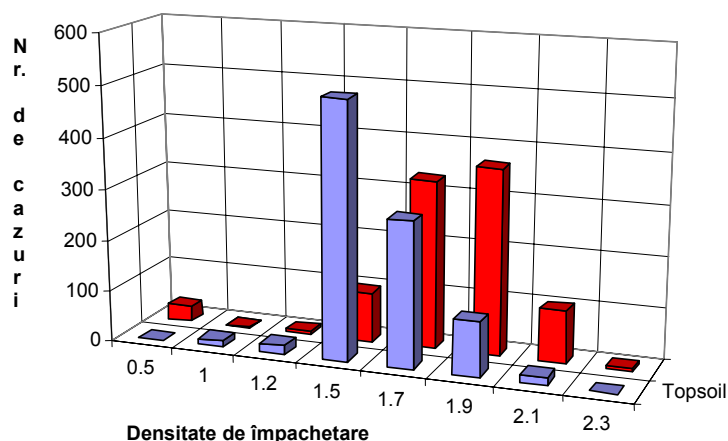


Figura 17. Histograma valorilor densității de împachetare corespunzătoare *orizontului de suprafață* (0-20 cm) și *subsolului* (20-50 cm)

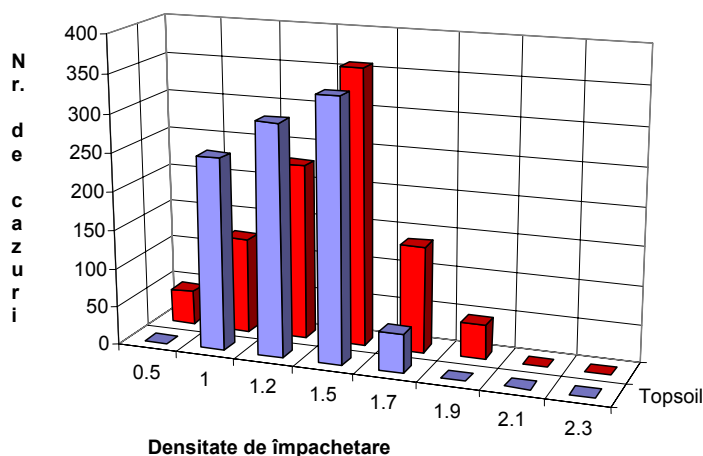


Figura 18: Histograma valorilor densității de împachetare corespunzătoare *liniei de bază* – compactarea solului numai sub presiunea exercitată de masa coloanei de sol de deasupra – pentru *orizontul de suprafață* (0-20 cm) și *subsoil* (20-50 cm).

Calculul valorilor de bază pentru fiecare profil de sol, considerând un sol cu aceleași orizonturi ca și ai celui pentru care parametrii au fost mășurați (determinați), având aceeași textură și conținut de materie organică și compactat sub presiunea exercitată de masa coloanei

de sol aflată deasupra orizontului pentru care se estimează gradul de compactare, determină histograma din figura 18.

Analiza comparativă a valorilor reale ale densității de împachetare și a celor de bază pentru orizontul de suprafață (figura 19) și pentru subsol (figura 20) arată o creștere a densității de împachetare corespunzătoare profilelor de sol ai căror parametri au fost mășurați (determinați).

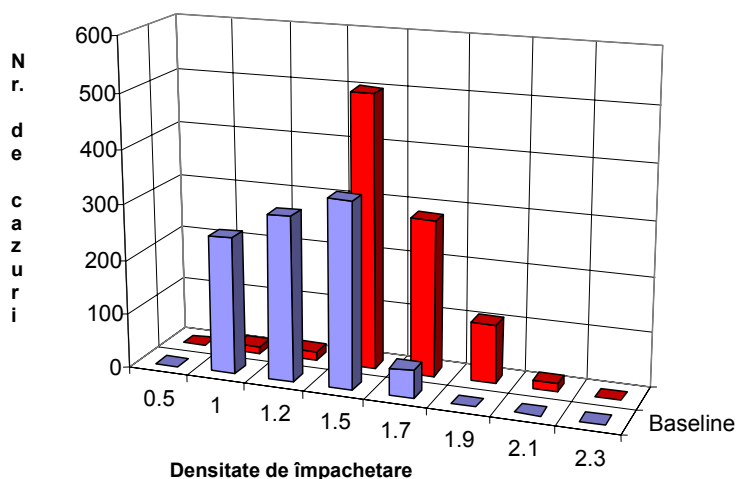


Figure 19: Densitatea de împachetare corespunzătoare orizontului de suprafață pentru profilele de sol *estimate* și cele *măsurate*

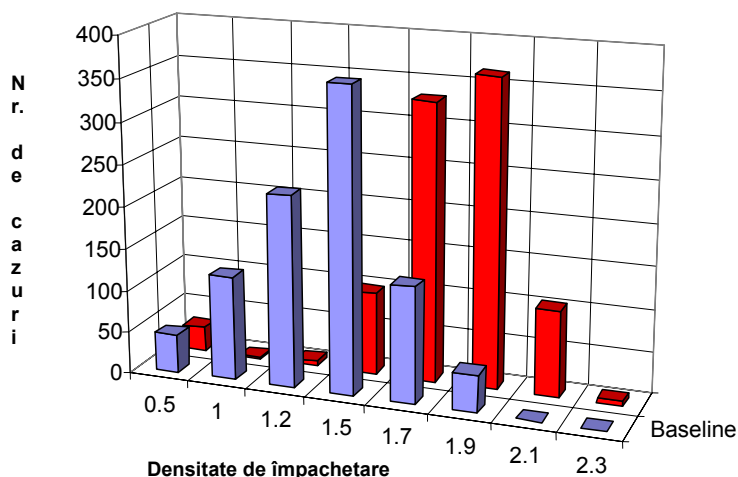
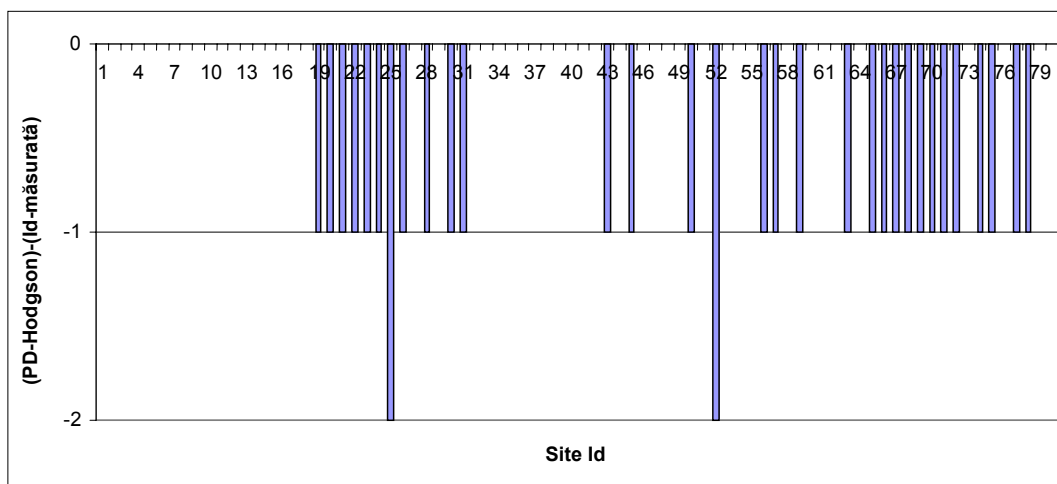


Figura 20: Densitatea de împachetare corespunzătoare subsolului pentru profilele de sol *estimate* și cele *măsurate*

Utilizând valorile măurate ale densității de împachetare și limitele orizonturilor au fost stabilite trei clase sau categorii ale densității de împachetare : "redusă", "medie", "ridicăată". Aceleași clase ale densității de împachetare au fost stabilite prin evaluarea indirectă a densității de împachetare utilizând clasele texturale și structura solului (După Anexa I și

Anexa II din Capitolul 7.2.5. Compactarea solului/CP01 Denistate – Raportul de Protocoale și Proceduri ENVASSO, bazat pe Hodgson, 1997). Figura 21 prezintă analiza comparativă între cele două metodologii de estimare a claselor densității de împachetare a profilelor de sol (80) din sud-vestul României (județul Timiș). Analiza comparativă arată că evaluarea indirectă a claselor densității de împachetare le subestimează pe acelea stabilite utilizând date măsurate (determinate) cu o clasă în 29 de cazuri și cu 2 clase în 2 cazuri din 80.



*Figura 21: Analiza comparativă între evaluarea densității de împachetare utilizând date măsurate (determinate) și estimarea indirectă realizată în funcție de clasa texturală și structura solului așa cum a fost propusă de Hodgson*

Pentru fiecare metodă de calcul clasele de valori ale densității de împachetare au fost cuantificate astfel: 0-redușă, 1-medie, 2-ridică. Graficul arată diferențele valorilor cuantificate ale densității de împachetare între estimarea indirectă propusă de Hodgson și cea obținută din valorile măsurate (determinate) (sud-vestul României).

*A2. Indicator : CAPACITATEA PENTRU AER – volumul porilor umpluți cu aer la o treaptă specifică de reținere (CP02)*

*B1. Descriere*

### Extindere spațială

Toată suprafața arabilă, pășunile și fânețele din România

### Date

În bazele de date PROFISOL și RO-MONITORING, conținutul de apă din sol la valori ale potențialului matriceal corespunzătoare treptelor de sucțiune (pF) de 1,2, 1,6, 2,0 este determinat pe orizonturi genetice de sol.

Măsurătorile (determinările) au fost efectuate pe probe de sol în structură nederanjată (cilindri metalici având volumul de 100 cm<sup>3</sup>), utilizând plăcile ceramice, cu ajutorul cărora a fost posibilă realizarea potențialului matriceal corespunzător treptelor de sucțiune mai sus menționate. Metoda este similară cu cea propusă de ISO 11274 :1998.

Potențialul de apă din sol corespunzător treptei de sucțiune de 5 kPa (pF : 1,7) a fost estimat cu ajutorul curbei de reținere a apei determinată prin ecuația propusă de Van Genuchten.

Datele profilului de sol au fost utilizate pentru a verifica metoda indirectă de determinare a conținutului de apă din sol la un potențial matriceal de 5 kPa după metoda lui Wosten inclusă în Manualul de Protocoale și Proceduri.

### Evaluarea rezultatelor

Analiza comparativă între cele două metode de estimare: directă prin măsurători și indirectă utilizând tabelele lui Wosten arată că cele două seturi de date sunt în concordanță (Figura 22).

Estimarea indirectă a conținutului de apă din sol utilizând tabelul propus de Wosten nu este foarte diferită de o abordare mult mai complexă (HYPRES) care estimează curba de reținere a apei pe baza unor ecuații de regresie care utilizează valori ale densității aparente, ale conținutului de materie organică, ale nisipului, prafului, argilei (Figura 23).

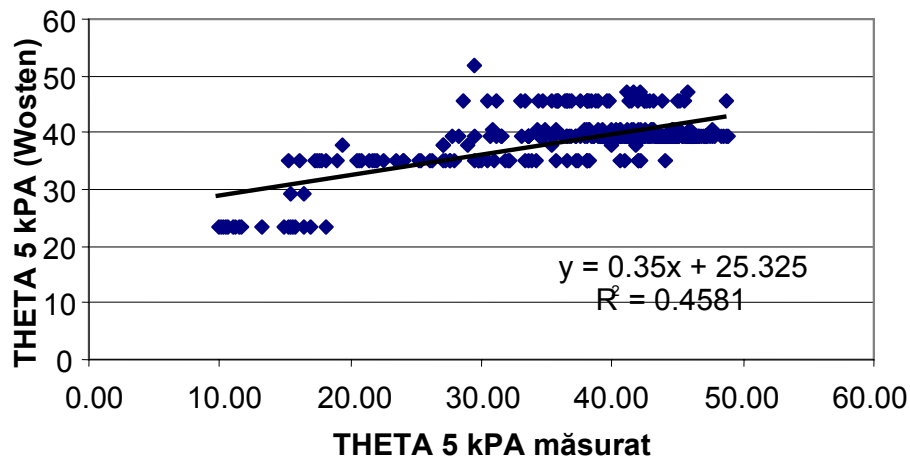


Figura 22: Analiza comparativă între estimarea prin măsurători și cea indirectă a lui Wosten a conținutului de apă corespunzător unui potențial matriceal de 5 kPa

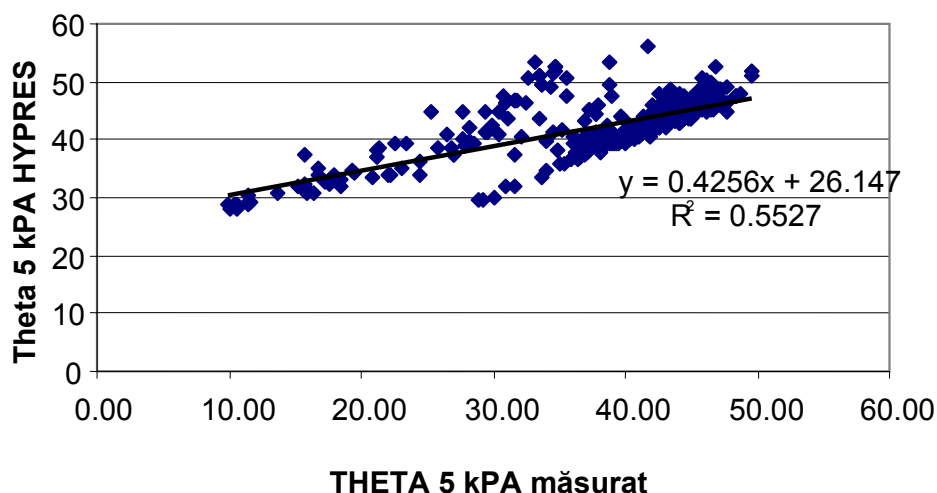


Figura 23: Analiza comparativă între estimarea bazată pe măsurători și cea indirectă HYPRES a conținutului de apă din sol corespunzător unui potențial matriceal de 5 kPa

Valorile conținutului de apă din sol corespunzător unei sucțiuni de 5 kPa măsurate (determinate) au fost apoi utilizate pentru calculul volumului porilor la 5 kPa utilizând metodologia propusă în Manualul de Protocoale și Proceduri. Histograma valorilor conținutului de aer (figura 24) arată că cele mai multe valori pentru solurile din România sunt incluse în clasa 0 – 2 %.

Considerând valoarea limită de 10 % volum al porilor umpluți cu aer, 95 % din profilele de sol au valori mai mici decât această limită. Este posibil că stabilirea unei limite stabilită în funcție de textura solului ar fi mai corectă pentru estimarea acestui indicator.

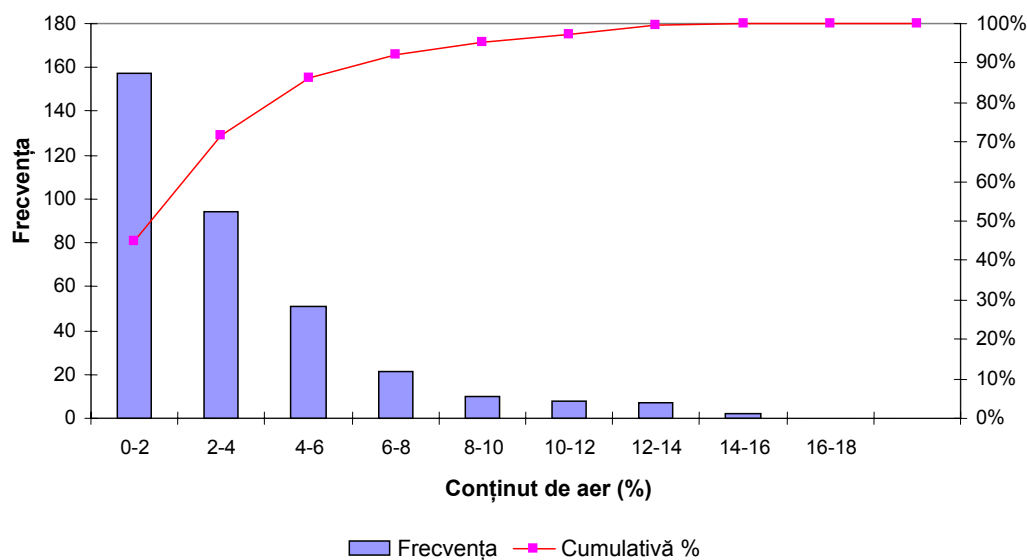


Figura 24: Histogram valorilor volumului porilor umpluți cu aer la o sucțiune de 5 kPa

### A3. Indicator : VULNERABILITATEA LA COMPACTARE (CP06)

#### B1. Descriere

##### Extindere spațială

Toată suprafața arabilă, pășunile și fânețele din România

##### Date

Datele de sol (densitatea de împachetare și textura) au fost preluate din bazele de date PROFISOL și RO-MONITORING.

Datele climatice (temperatură, precipitații, evapotranspirație potențială calculate utilizând metoda Thornthwaite-Mather) au inclus valori lunare ale șirului de ani 1961-1990 într-un grid 10' x 10' longitudine x latitudine.

##### Evaluarea rezultatelor

Pe baza valorilor densității de împachetare și ale texturii au fost stabilite clasele de susceptibilitate a solurilor la compactare (în acord cu tabelul 4 – Compactarea solului din Manualul de Protocoale și Proceduri ENVASSO – capitolul CP06 Vulnerabilitatea la compactare). În figura 25 este prezentată frecvența diferitelor clase de susceptibilitate la compactare a solurilor din România și anume : 43 % din soluri prezintă susceptibilitate reusă, 42 % prezintă susceptibilitate moderată, 14 % susceptibilitate ridicată, doar 1 % din soluri sunt foarte susceptibile la acest proces de degradare.

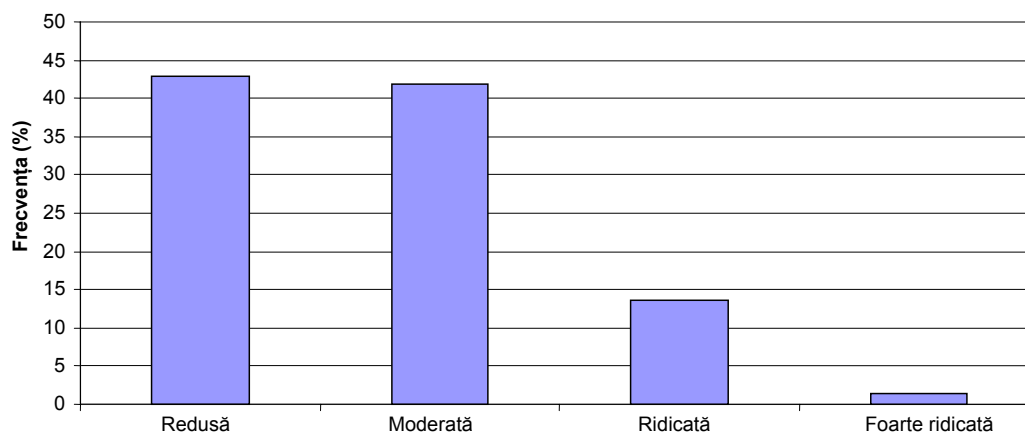


Figura 25: Frecvența claselor de susceptibilitate

A fost estimată vulnerabilitatea solurilor arabile (figura 26) și a celor acoperite de fânețe și pășuni (figura 27). Cea mai mare parte din solurile arabile prezintă vulnerabilitate moderată la compactare; în cazul fânețelor și pășunilor solurile localizate în partea centrală a țării au vulnerabilitate foarte ridicată la apariția compactării.

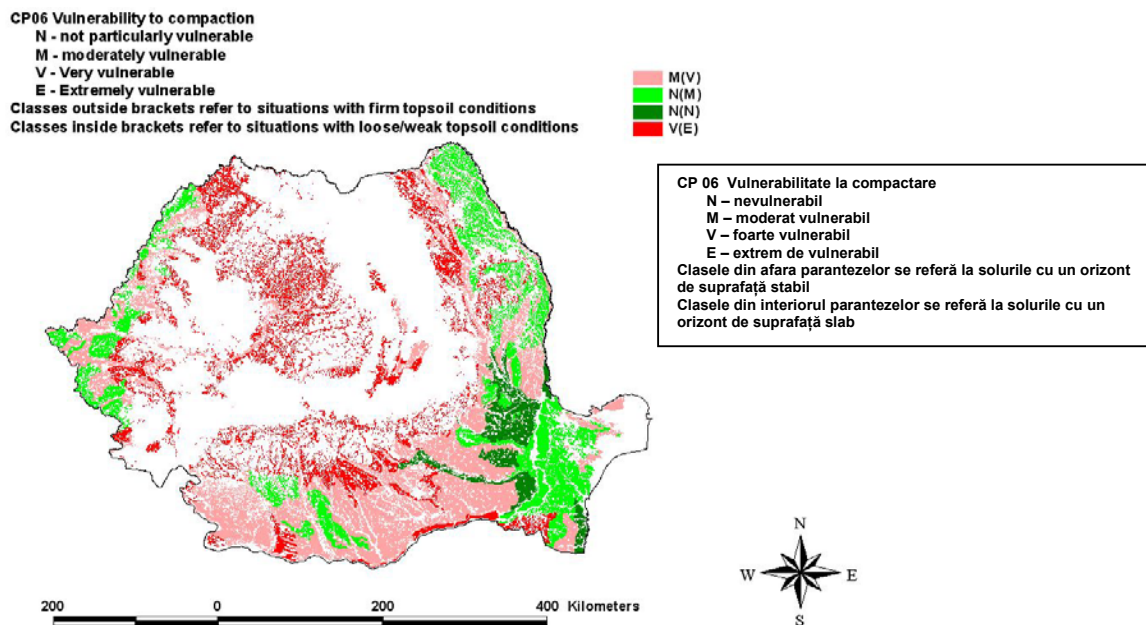


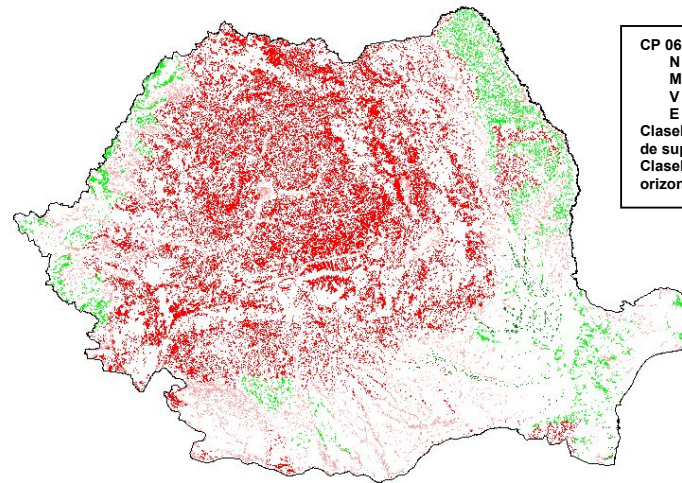
Figura 26: Vulnerabilitate la compactare a solurilor arabile

CP06 Vulnerability to compaction - grassland

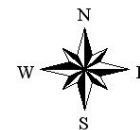
N - not particularly vulnerable  
M - moderately vulnerable  
V - very vulnerable  
E - extremely vulnerable

Classes outside brackets refer to situations with firm topsoil conditions  
Classes inside brackets refer to situations with loose/weak topsoil conditions

M(V)  
N(M)  
N(N)  
V(E)



100 0 100 200 Kilometers



CP 06 Vulnerabilitate la compactare

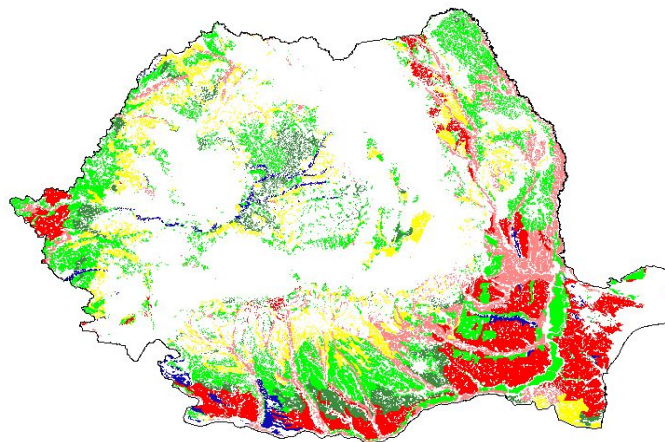
N - nevulnerabil  
M - moderat vulnerabil  
V - foarte vulnerabil  
E - extrem de vulnerabil

Claasele din afara parantezelor se referă la solurile cu un orizont de suprafață stabil  
Claasele din interiorul parantezelor se referă la solurile cu un orizont de suprafață slab

Figura 27: Vulnerabilitate la compactare a solurilor sub pășune și fânețe

Sarcina de precompresie  
pentru terenurile arabile

Very low  
Low  
Medium  
High  
Very high  
Extremely high



200 0 200 400 Kilometers



Figura 28: Valorile sarcinii de precompresie pentru solurile arabile

Metoda ENVASSO de calculare a vulnerabilității la compactare a fost comparată cu o metodă bazată pe proprietățile mecanice ale solului (sarcina de precompresie, factorul de concentrație) propus de Horn și al., 2005. În cadrul metodei valorile sarcinii de precompresie pentru solurile arabile sunt măsurate/calculate utilizând metode indirecte (Figura 28).

Estimarea rezultatelor cu privire la o compactare ulterioară a solului necesită compararea valorilor pentru o sarcină specifică de pre-compresie ( $P_v$ ) a orizontului cu presiunile existente în orizontul de sol ( $\rho_0$ ) determinate de încărcările de la suprafața solului și transmiterea acestora în profilul de sol, metodă bazată pe factorul de concentrație din ecuația Newmark. Cu cât sarcina de precompresie este mai mare decât presiunea calculată în adâncimea de sol dată, cu atât orizontul de sol prezintă o oarecare stare de echilibru. Dacă raportul  $P_v/\rho_0$  este mai mic decât 0,8 solul este considerat a fi instabil. Clasele de vulnerabilitate la apariția compactării utilizând încărcări specifice sunt prezentate în tabelul 5.

Luând în considerare sarcinile exercitate la suprafața solului de către lucrările agricole și echipamentele de putere specifice agriculturii mecanizate (sarcina pe osie de 32 kN, presiunea în pneu de 160 kPa), în condițiile țării noastre figura 30 prezintă o analiză comparativă între vulnerabilitatea la compactare estimată utilizând algoritmul bazat pe sarcina de precompresie și metodologia propusă de Manualul de Protocoale și Proceduri ENVASSO . Figura 31 prezintă aceeași analiză comparativă, dar raportată doar la terenurile sub folosință arabilă.

*Tabel 5: Clasificarea sarcinii efective exercitată pe sol în funcție de relația între sarcina de precompresie  $P_v$  și presiunea solului  $\rho_0$*

| Raportul $P_v/\rho_0$ | Clasificare                                        |
|-----------------------|----------------------------------------------------|
| $> 1.5$               | Foarte stabil, deformație elastică                 |
| $1.5 - 1.2$           | Stabil                                             |
| $1.2 - 0.8$           | Instabil                                           |
| $< 0.8$               | Instabil, deformație plastică suplimentară, fluent |

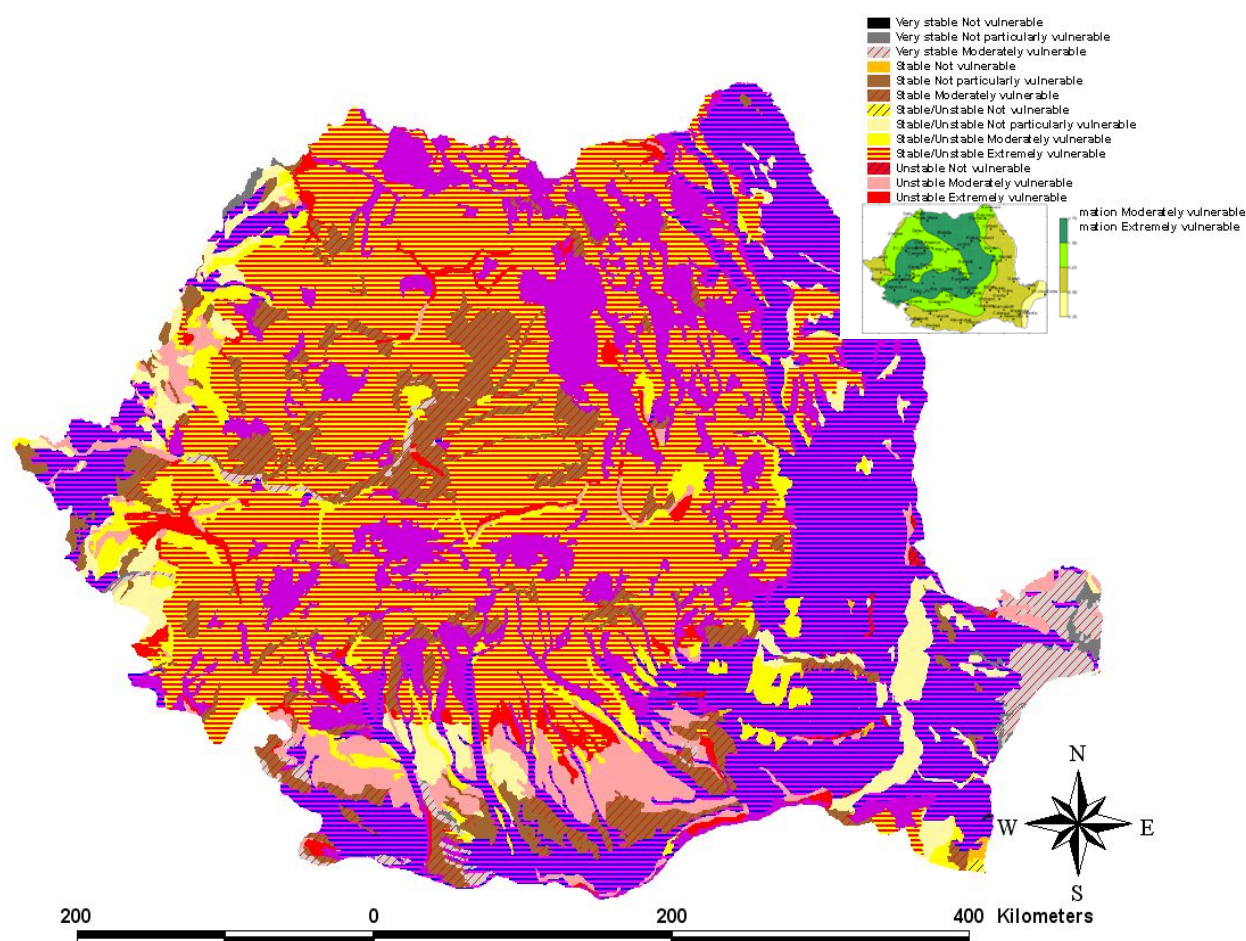


Figura 29: Vulnerabilitatea la compactare a solului estimată prin două metode: procedeul ENVASSO (nevulnerabil, puțin vulnerabil, moderat vulnerabil, extreme de vulnerabil) și utilizând clasele de încărcare efectivă a solului (foarte stabil, stabil, stabil/instabil, instabil, instabil/deformație plastică suplimentară). Hărțile din partea dreaptă sus prezintă media raportului între precipitații și evapotranspirația potențială, ca în figura 8.

Figurile 29 și 30 arată că pentru arealele aflate sub condiții climatice uscate, algoritmul bazat pe procedeul ENVASSO prezintă valori ale vulnerabilității la compactare (Moderat vulnerabil) mai mici decât acelea obținute utilizând metodologia bazată pe încărcări efective ale solului (instabil/deformație plastică suplimentară).

În ceea ce privește sud-vestul țării noastre analiza comparativă a celor două metodologii utilizate sunt în acord cu analiza comparativă realizată între valorile densității de împachetare măsurate și acelea obținute prin estimarea indirectă utilizând clasele texturale și de structură a solului, propusă de Hodgson (figura 21).

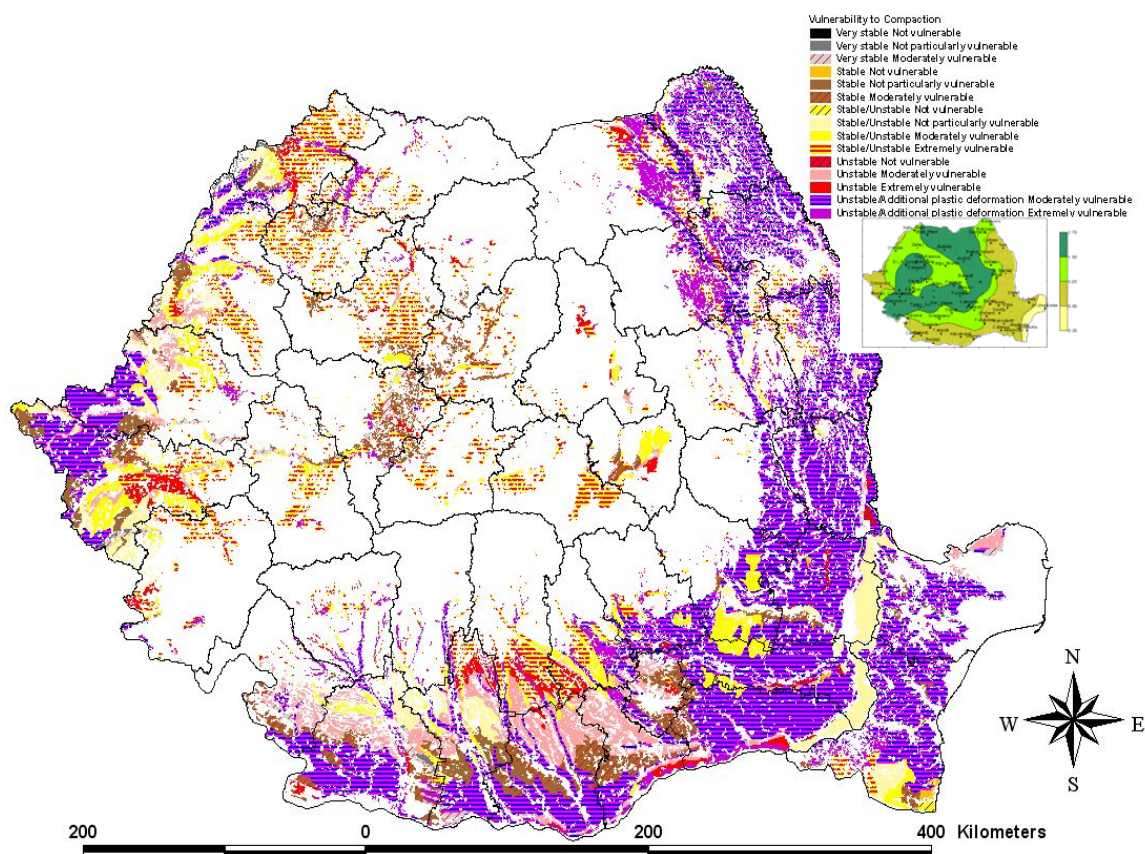


Figura 30: Vulnerabilitatea la compactare a solului pentru terenurile arabile estimată prin două metode: procedeul ENVASSO (nevulnerabil, puțin vulnerabil, moderat vulnerabil, extrem de vulnerabil) și utilizând clasele de încărcare efectivă a solului (foarte stabil, stabil, stabil/instabil, instabil, instabil/deformație plastică suplimentară). Hărțile din partea dreaptă sus prezintă media raportului între precipitații și evapotranspirația potențială, ca în figura 8.

Pentru arealele cu deficit de apă sau cu excedent de apă algoritmul propus de procedeul ENVASSO prezice vulnerabilitate ridicată (extrem de vulnerabil) în comparație cu celălalt algoritm care prezintă valori caracteristice clasei de vulnerabilitate moderată (stabil/instabil). Acest fapt demonstrează că procedeul propus de ENVASSO, dezvoltat în țări cu soluri având conținuturi ridicate de apă trebuie să fie adaptat regiunilor cu condiții climatice mai uscate.

#### Concluzii și recomandări privind utilizarea metodologiei ENVASSO pentru estimarea riscului la apariția procesului de degradare agrofizică prin compactare a solurilor

Valorile obținute pentru cei trei indicatori de caracterizare a vulnerabilității solurilor la apariția compactării prin utilizarea procedeului propus în Manualul de Proceduri și Protocoale ENVASSO sunt consistente și arată că solurile din țara noastră sunt afectate de compactare,

analizând valorile scăzute ale volumului porilor umpluți cu aer/indicator CP02) și au o vulnerabilitate moderată la apariția acestui proces luând în considerare indicatorul CP06.

Metodele propuse de Manualul de Proceduri și Protocoale ENVASSO descrise detaliat și pot fi aplicate pentru un interval larg de date existente.

Metodele indirecte propuse sunt în acord cu datele măsurate (directe) sau cu alte procedee indirecte mai complexe. Procedeul de calcul pentru indicatorul CP06 – Vulnerabilitate la compactare a solului va trebui verificat ulterior sau adaptat regiunilor cu condiții climatice uscate (arealele cu climat mediteranean).

Este necesar un sistem de clasificare bazat pe textura solului pentru indicatorul CP02 – Volumul porilor umpluți cu aer.

Utilizând un mod adecvat de definire a valorilor de bază pentru densitatea de împachetare, indicatorul CP01 va putea fi utilizat pentru estimarea vulnerabilității la apariția compactării (pe o scară de la 0 – necompactat la 1 – compactare maximă posibilă).

### **3.1.2. Metodologie de evaluarea a riscului la eroziune**

Pentru estimarea riscului la degradare a solului prin eroziune la nivelul țării noastre, au fost utilizate metodologiile PESERA și SIDASS (metodologia WEPP), așa cum am precizat la scară de județ și națională. Au fost utilizate date de intrare pentru pante la două scări diferite, grid la 1 km, respectiv la 100 m.

A fost estimată eroziunea pe suprafețe de teren cu risc scăzut/absent (pierderi de sol de 0-2 t·ha<sup>-1</sup>·an<sup>-1</sup>) și cu risc (mai) ridicat (pierderi de sol de 2-10 t·ha<sup>-1</sup>·an<sup>-1</sup>).

Au fost apoi comparate rezultatele obținute utilizând cele două metodologii.

La nivel de județ următoarele hărți ne arată diferențele între cele două metodologii care au utilizat pentru pante date la două scări diferite.

Modificarea scării datelor de intrare corespunzătoare pantei a determinat diferențierea rezultatelor obținute aplicând cele două modele. Suprafețele cu risc la eroziune au fost mai mari în situațiile în care bazele de date de intrare au fost mai detaliate, corespunzător ambelor metodologii utilizate (tabelul 6, figurile 31 a, b, c, d).

Tabelul 6: Suprafețe afectate de diferite grade de eroziune (pierderi de sol -  $t \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$ ) în România, estimate utilizând cele două modele în două situații distincte: **Wepp1km**: modelul SIDASS (metodologia WEPP) cu valori de intrare pentru pante obținute prin cuplarea indicelui de pantă cu fiecare poligon din harta de soluri la scară europeană 1:1000000. **Wepp100m**: modelul SIDASS (metodologia WEPP) cu harta de soluri a României la scara 1:200000 și topometria într-un grid de 100 m. **Pesera1km**: modelul PESERA (simulări JRC) utilizând un grid de 1 km pentru proprietățile solului din SIG la nivel European, scara 1:1000000, grid de 1 km pentru acoperirea terenului – CORINE și date topometrice cu un grid de 1 km. **Pesera 100m**: modelul PESERA cu grid de 100 m pentru datele de sol din harta de soluri 1:200000, grid de 100 m pentru acoperirea terenului – CORINE și date topometrice într-un grid de 100 m.

| Pierderi de sol<br>( $t \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$ ) | Wepp100m   | Wepp1km    | Pesera100m | Pesera1km  |
|--------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| 0-2                                                    | 23,217,756 | 21,419,364 | 23,568,694 | 23,205,241 |
| 2-10                                                   | 621,344    | 2,419,736  | 270,406    | 633,859    |

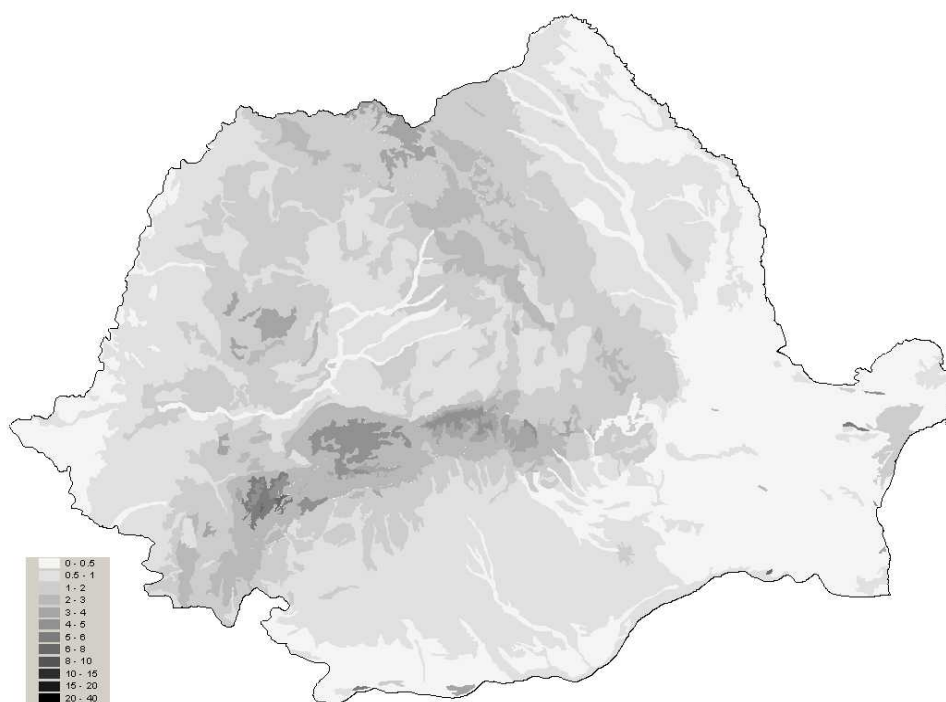


Figura 31a: Pierderi de sol ( $t \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$ ) în România estimate, utilizând modelul SIDASS (metodologia WEPP), harta solurilor României la scara 1:1000000, grid 1 km pentru pante, date climatice: din interpolarea ATEAM pentru șirul de ani 1960-1990



Figura 31b: Pierderi de sol ( $t \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$ ) în România estimate, utilizând modelul SIDASS (metodologia WEPP); harta solurilor din România la scara: 1:200,000; grid 100m pentru pante, date climatice: din interpolarea ATEAM pentru șirul de ani 1960-1990

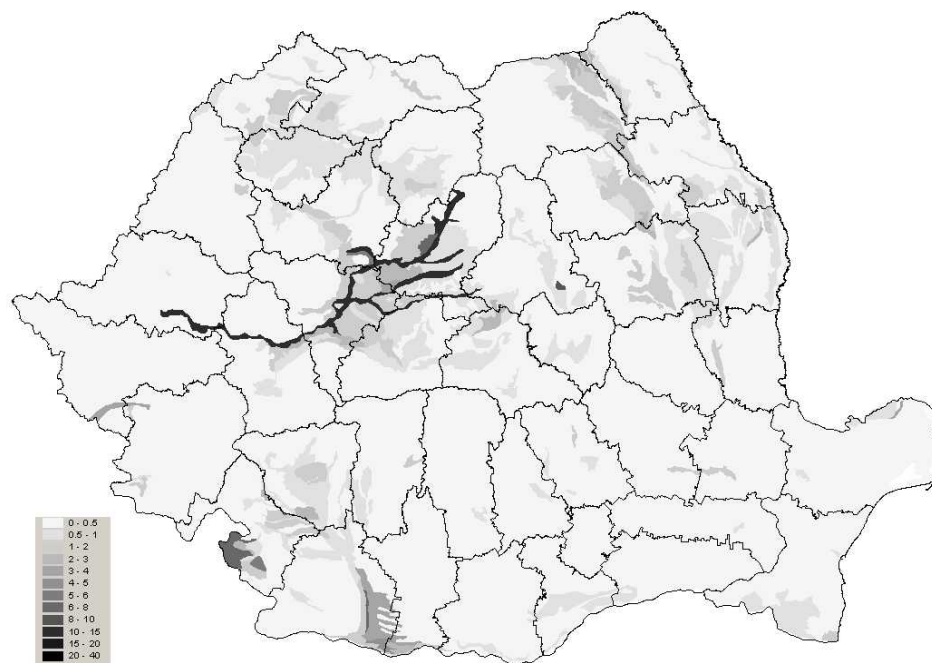


Figura 31c: Pierderi de sol ( $t \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$ ) în România estimate, utilizând modelul PESERA cu grid de 1 km pentru pante, date de sol la scara 1:200,000, date climatice: din interpolarea ATEAM pentru șirul de ani 1960-1990



Figura 31d: Pierderi de sol ( $t \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$ ) în România estimate, utilizând modelul PESERA cu grid de 100 m pentru pante, date de sol la scara 1:200,000, date climatice: din interpolarea ATEAM pentru șirul de ani 1960-1990

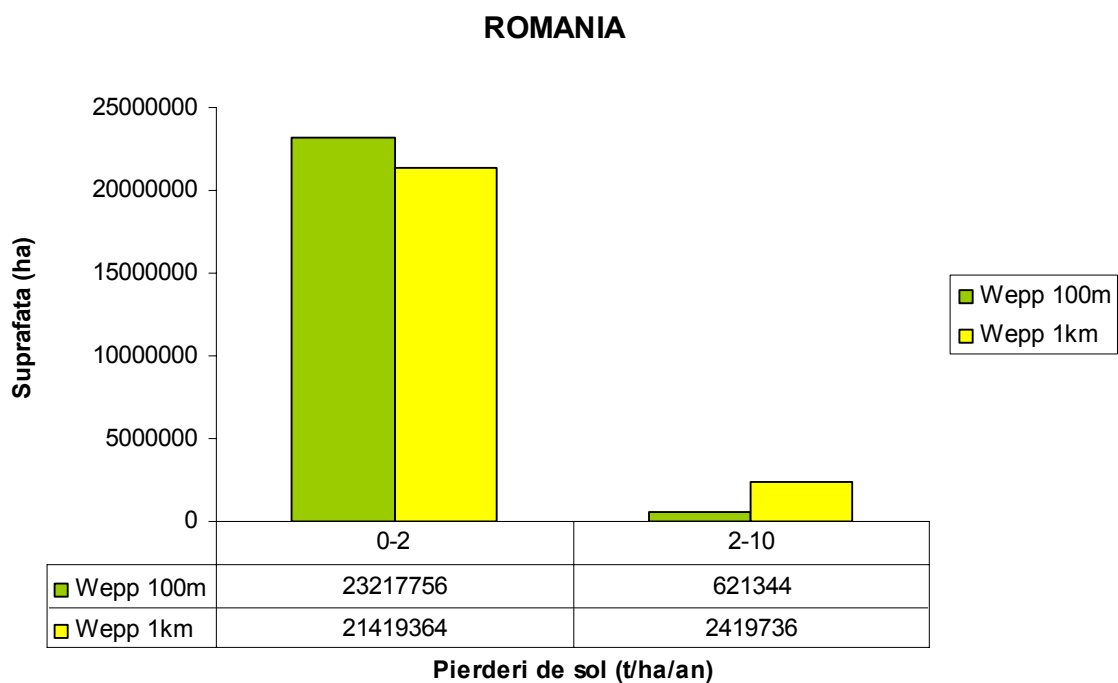


Figura 32a: Suprafața de teren (ha) încadrată în clasele: 0-2, respectiv 2-10 t/ha/an în România aplicând metodologia WEPP (pentru date de pantă în grid de 100m, respectiv 1km)

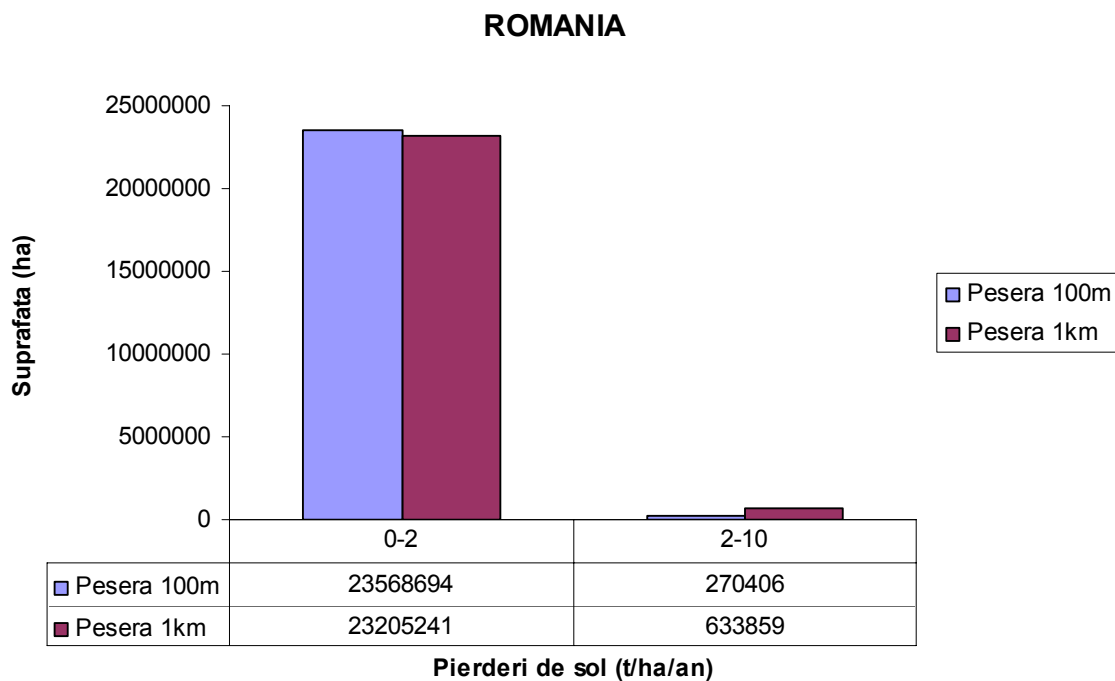


Figura 32b: Suprafața de teren (ha) încadrată în clasele: 0-2, respectiv 2-10 t/ha/an în România cu metodologia PESERA (pentru date de pantă în grid de 100m, respectiv 1km)

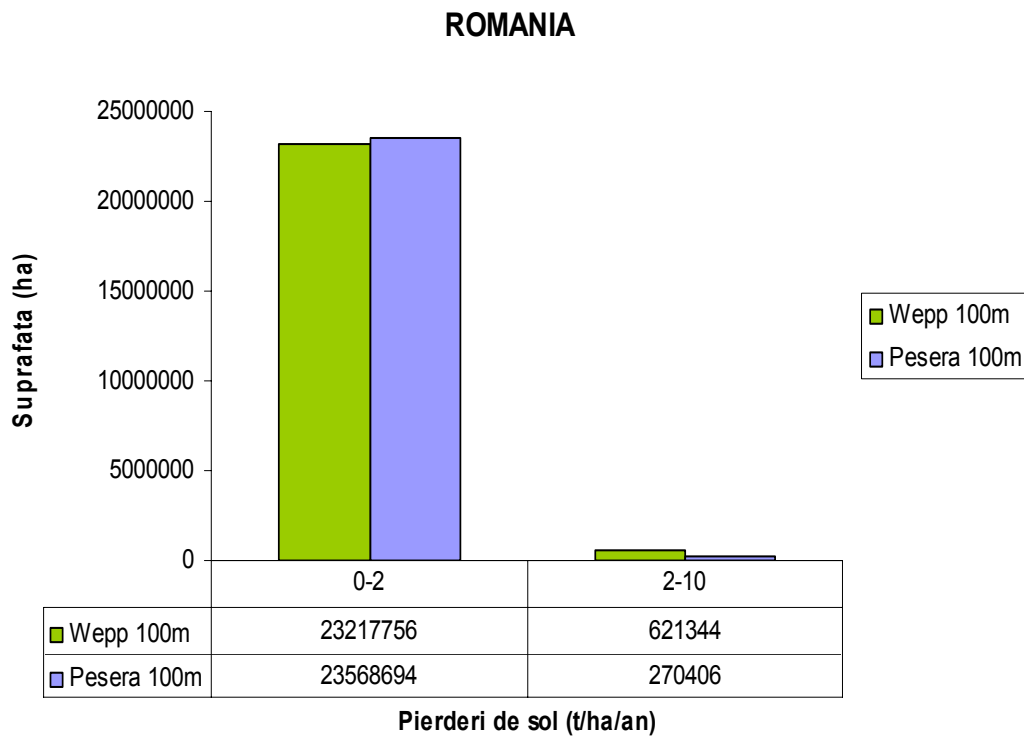
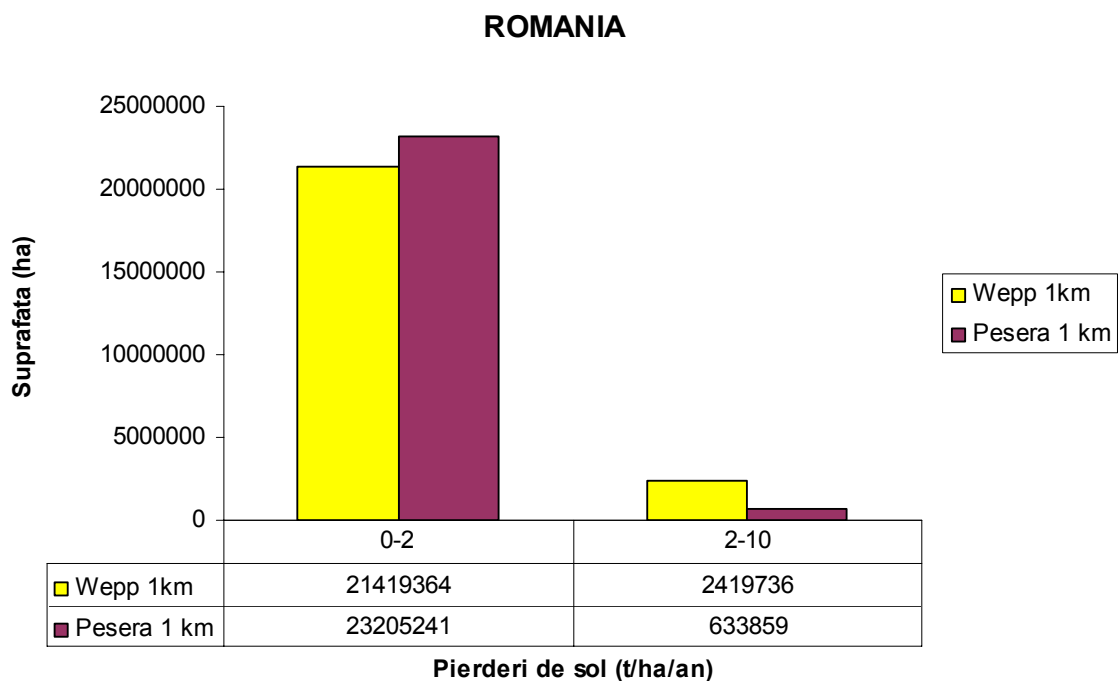


Figura 33a: Suprafața de teren (ha) încadrată în clasele: 0-2, respective 2-10 t/ha/an în România aplicând metodologiile WEPP și PESERA (pentru date de pantă în grid de 100m)



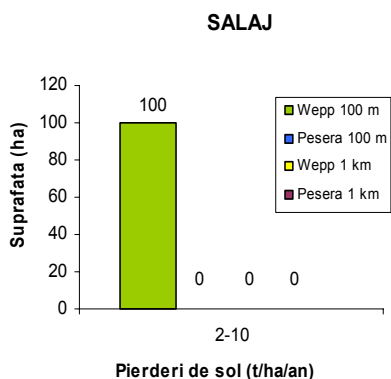
*Figura 33b: Suprafața de teren (ha) încadrată în clasele: 0-2, respectiv 2-10 t/ha/an în România aplicând metodologiile WEPP și PESERA (pentru date de pantă în grid de 1km)*

Estimările realizate prin aplicarea celor două modele prezintă diferențe mai mici în ceea ce privește mărimea suprafețelor cu risc la diferite grade de eroziune, dacă modelele au utilizat date de intrare mai detaliate (figura 32 a, b). De asemenea, în cazul modelului WEPP au fost estimate suprafețe cu risc la eroziune mai mari, indiferent de scara utilizată pentru datele de intrare pentru pante (33 a, b).

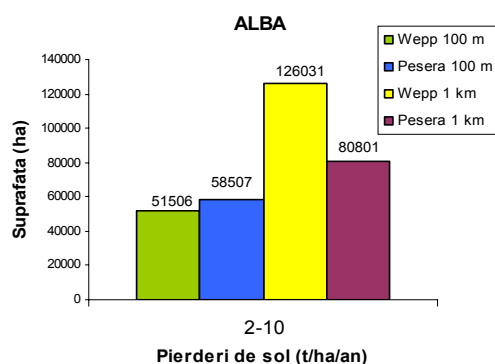
Rezultatele obținute în urma aplicării celor două metodologii la **nivel de județ** sunt prezentate în figurile 34 a, b, c, d, e, f, g, h. Au fost comparate datele obținute în urma simulărilor efectuate cu metodologiile PESERA și WEPP, care au utilizat date de intrare cu rezoluții diferite. Cele două metodologii aplicate la nivel de județ au determinat diferențierea rezultatelor obținute în ceea ce privește estimarea suprafețelor cu risc la o intensitate a eroziunii de 2-10 t·ha<sup>-1</sup>·an<sup>-1</sup> pierderi de sol, în majoritatea județelor analizate.

Au fost județe în care diferențele între rezultatele obținute aplicând cele două metodologii au fost mici (figura 34, județele *Cluj*, *Alba*, *Timiș*). Însă, în cazul ambelor metodologii, corespunzător acestor județe, rezoluția datelor de intrare a determinat diferențierea suprafețelor estimate (rezoluție mai mare, suprafețe mai mari cu risc la eroziune). În județele

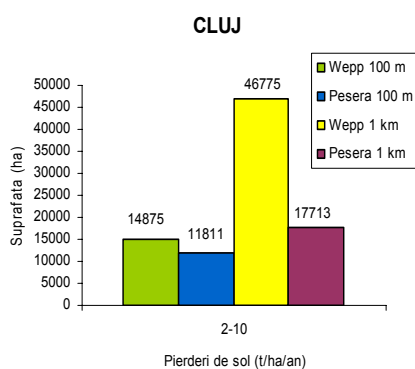
*Harghita* și *Bistrița-Năsăud*, modelul PESERA subestimează suprafețele cu risc la eroziune, iar rezoluția datelor de intrare, în cazul nici uneia dintre metodologii, nu determină diferențieri între rezultatele simulărilor efectuate. Rezultate similare au fost obținute în județele *Brașov*, *Caraș-Severin* și *Sibiu*. În județul *Bihor* estimările realizate cu modelul PESERA arată că, nu există suprafețe cu risc la eroziune, deși, aplicând simulările WEPP, rezultatele obținute pun în evidență prezența acestui proces de degradare și apar în cadrul ambelor metodologii diferențieri datorate rezoluției datelor de intrare. Rezultate similare au fost obținute în județele *Satu-Mare*, *Covasna*, *Maramureș*. Pe de altă parte, în județul *Arad* modelul PESERA supraestimează suprafețele cu risc la eroziune în comparație cu modelul WEPP. În județul *Mureș*, aplicarea metodologiei WEPP în care au fost utilizate date pentru pantă într-un grid de 100 m a determinat estimarea celor mai mici suprafețe cu risc la eroziune.



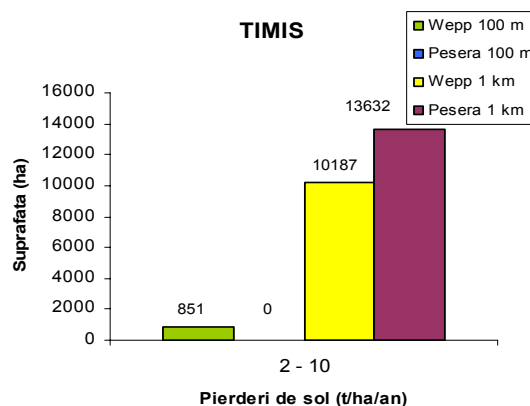
a)



b)



c)



d)

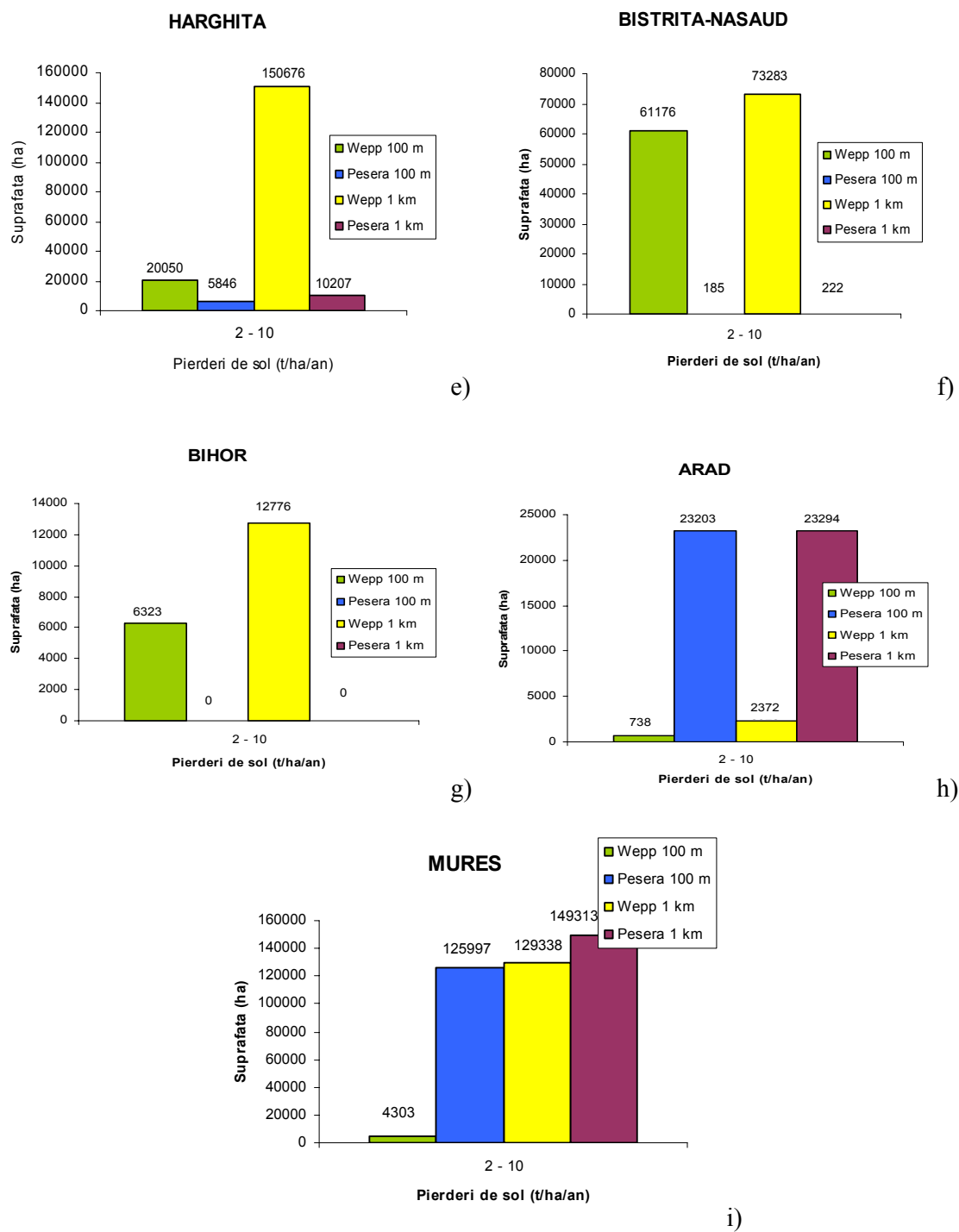
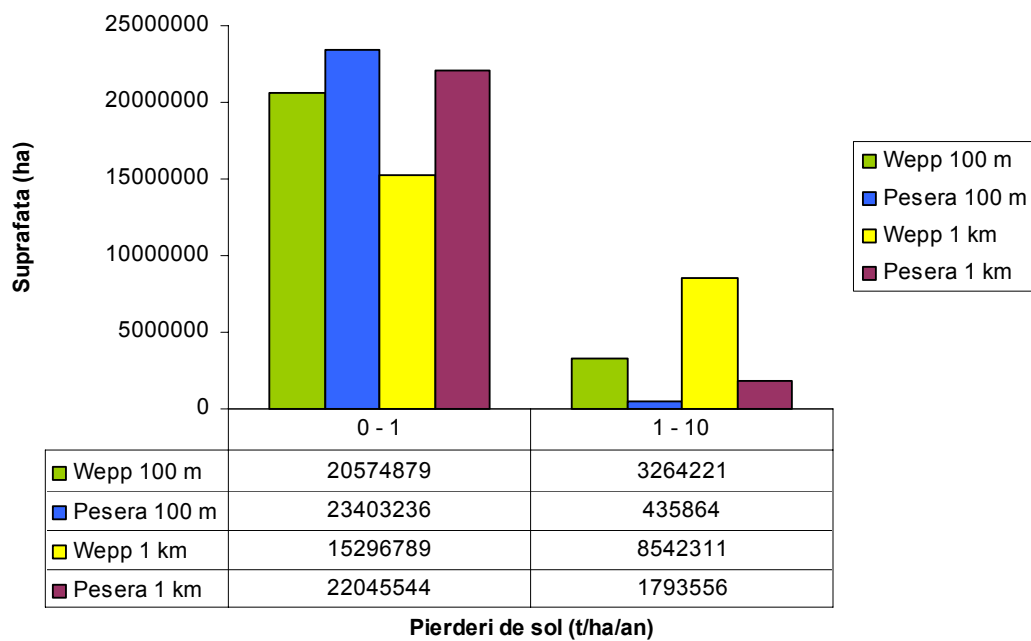


Figura 34: Suprafața de teren afectată de pierderi de sol de 2-10 t/ha/an în diferite județe, utilizând metodologiile de estimare a riscului la eroziune (WEPP 100 m, WEPP 1 km, PESERA 100 m, PESERA 1 km)

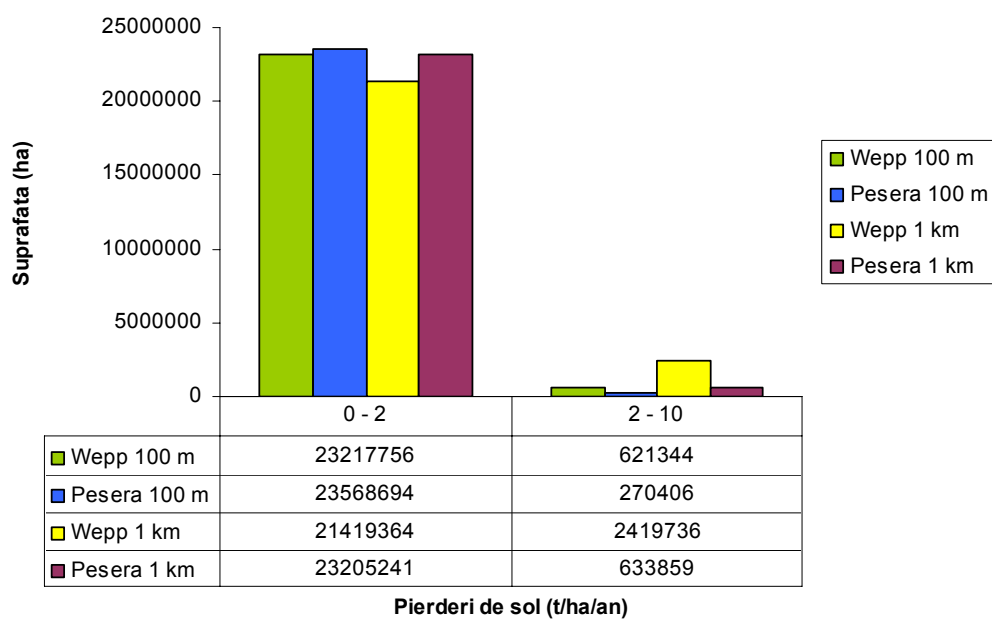
Utilizarea unor limite diferite la clasele de eroziune (pierderi de sol – t/ha/an) determină diferențe între estimările realizate cu cele două modele WEPP și PESERA (figurile 35).

## ROMANIA

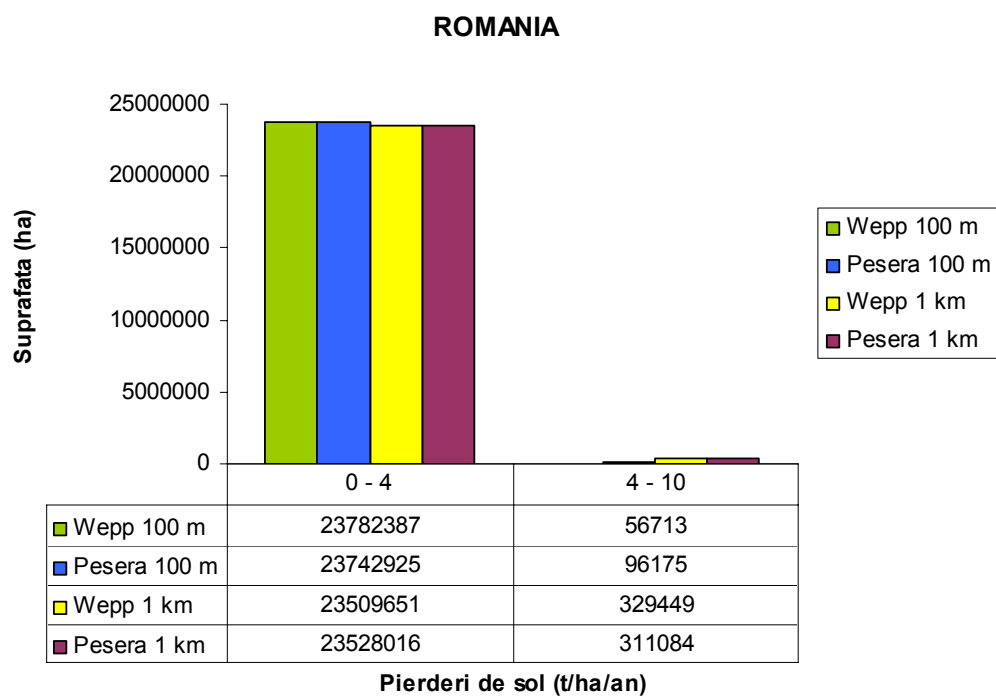


a)

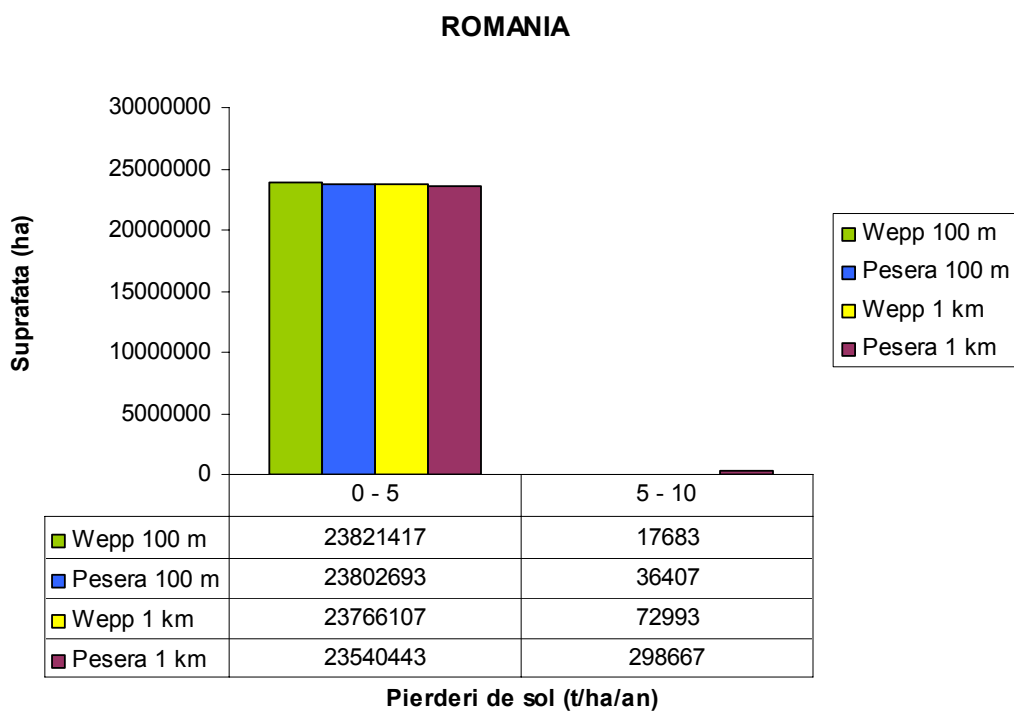
## ROMANIA



b)



c)



d)

*Figura 35: Suprafața de teren (ha) cu risc la diferite clase de eroziune utilizând metodologiile de estimare WEPP și PESERA (cu grid de 100 m și 1 km pentru pante)*

Trecerea de la clasele de 0 – 1, 1 – 10 la 0 – 2, 2 – 10 t/ha/an a diferențiat semnificativ estimările realizate cu cele două metodologii. În general, în țara noastră procesele de degradare prin eroziune au un grad scăzut de manifestare.

*Concluzii privind analiza comparativă a celor două metodologii aplicate pentru estimarea riscului la eroziune la nivelul țării noastre*

În condițiile specifice țării noastre, pentru estimarea riscului la degradare prin eroziune au fost selectate și aplicate modelele fizice SIDASS (WEPP) și PESERA, care au utilizat baze de date la două scări diferite pentru categoriile de pantă (grid la 100 m și la 1 km) și diferite sisteme de clasificare a „intensității pierderilor de sol”, iar rezultatele obținute pun în evidență următoarele:

- modificarea scării datelor de intrare corespunzătoare pantei a determinat diferențierea rezultatelor obținute aplicând cele două modele; suprafețele cu risc la eroziune au fost mai mari în situațiile în care bazele de date de intrare au fost mai detaliate, corespunzător ambelor metodologii utilizate; în cazul modelului WEPP estimările au pus în evidență suprafețe mai mari cu risc la apariția eroziunii;
- estimările realizate prin aplicarea celor două modele prezintă diferențe mai mici în ceea ce privește mărimea suprafețelor cu risc la diferite grade de eroziune, dacă modelele au utilizat date de intrare mai detaliate;
- aplicarea celor două metodologii la nivel de județ au determinat diferențierea rezultatelor obținute în ceea ce privește estimarea suprafețelor cu risc la o intensitate a eroziunii de 2-10 t·ha<sup>-1</sup>·an<sup>-1</sup> pierderi de sol, în majoritatea județelor analizate: în *Harghita, Bistrița-Năsăud, Brașov, Caraș-Severin și Sibiu*, modelul PESERA subestimează suprafețele cu risc la eroziune, iar rezoluția datelor de intrare, în cazul nici uneia dintre metodologii, nu determină diferențieri între rezultatele simulărilor efectuate; în *Bihor, Satu-Mare, Covasna, Maramureș*, estimările realizate cu modelul PESERA arată că, nu există suprafețe cu risc la eroziune, deși, aplicând simulările WEPP, rezultatele obținute pun în evidență prezența acestui proces de degradare și apar în cadrul ambelor metodologii diferențieri datorate rezoluției datelor de intrare; în *Arad* modelul PESERA supraestimează suprafețele cu risc la eroziune în comparație cu modelul WEPP. În județul *Mureș*, aplicarea metodologiei WEPP în care au fost utilizate date pentru pantă într-un grid de 100 m a determinat estimarea celor mai mici suprafețe cu risc la eroziune;

- utilizarea unor limite diferite la clasele de eroziune (pierderi de sol – t/ha/an) determină diferențe între estimările realizate cu cele două modele WEPP și PESERA;
- trecerea de la clasele de 0 – 1, 1 – 10 la 0 – 2, 2 – 10 t/ha/an a diferențiat semnificativ estimările realizate cu cele două metodologii.

### **3.1.3. Metodologie de evaluarea a riscului la salinizare**

#### *Procedeu de lucru pentru identificarea zonelor salinizate pe bazine hidrografice*

Pentru a descrie zonele afectate de procese de sărăturare, și pentru a le identifica spațial pe bazinele hidrografice ale țării noastre, a fost dezvoltată în cadrul acestei etape, o metodologie specifică. Au fost utilizate facilitățile GIS furnizate de ArcView pentru realizarea intersecției dintre limitele spațiilor hidrografice și harta de soluri, scara 1:200000, dezvoltată în cadrul Sistemului Informatic Geografic de Soluri și Terenuri al INCDPAPM, sistem numit SIGSTAR-ICPA.

Harta de soluri a României la scara 1:200 000 a fost elaborată în perioada 1964 - 1994 și publicată, sub coordonarea inițial a lui N. Cernescu și ulterior a lui N. Florea. Fiecare dintre cele 50 de foi ale acestei hărți cuprinde o cartogramă geomorfologică - litologică, o cartogramă geobotanică, date climatologice pentru unele stații meteorologice din zona respectivă, precum și unele profile pedo-morfografice referitoare la secțiuni reprezentative.

Legenda hărții în ansamblul ei include 456 unități taxonomice de sol, câteva semne suplimentare și 22 unități de textură a orizontului superior al solului. Legenda celor două cartograme cuprinde elemente corespunzătoare privind unitățile și formele de relief, rocile de suprafață și asociațiile vegetale, specifice diferitelor foi.

Cele 50 de foi, fiind georeferențiate, au fost digitizate și agregate într-un coverage unic pentru tot teritoriul României. Foile originale au fost cartografiate în proiecție Gauss-Kruger – pe elipsoidul Krasovski, care este o proiecție cilindrică transversală, conformă, utilă pentru scara la care au fost realizate hărțile inițial. În urma agregării celor 50 foi de hartă, stratul rezultat (coverage-ul) a fost trecut în proiecție stereografică, care este o proiecție azimutală pe plan secant sau tangent la elipsoid, fiind tot o proiecție conformă. În România este utilizată mai ales pentru hărțile la scară mică, 1:1 000 000.

Fiecare unitate cartografică de sol (poligon) de pe harta de soluri a SIGSTAR este descris printr-o serie de atribute (caracteristici sau proprietăți ale unității respective), cum ar fi: tipul și subtipul de sol, textura orizontului de suprafață, scheletul, procesele de degradare care afectează solul respectiv: eroziunea prin apă, prin vânt, alcalizarea, gleizarea, pseudogleizarea.

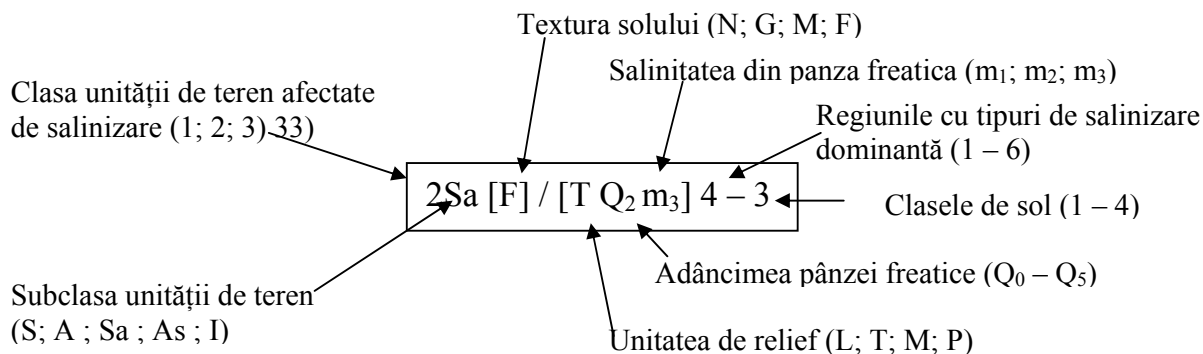
Pe această hartă au fost identificate solurile sărăturate și cu risc de salinizare, ținând cont de tipul și subtipul de sol, precum și de procesele de degradare care le afectează.

Pentru caracterizarea cât mai amănunțită a zonelor cu soluri sărăturate au fost incluse în GIS aspecte suplimentare provenite din studii pedologice locale la scară mare. În acest mod a fost realizată o legendă bazată pe formula de sol pentru caracterizarea solurilor saline :

Harta a fost decupată apoi utilizând procedeul de clip (decupare) cu ajutorul programului ArcView 3.1. Ca hărți de decupaj, au fost utilizate limitele spațiilor hidrografice. Informația rezultată a fost prezentată apoi grafic, împreună cu rețeaua hidrografică, bazinele și unitățile administrativ-teritoriale din spațiul hidrografic respectiv. Au rezultat astfel hărți georeferențiate pentru fiecare spațiu hidrografic în parte (Someș-Tisa, Crișuri, Mureș, Banat, Jiu, Olt, Argeș-Vedea, Buzău-Ialomița, Siret, Prut-Bârlad, Dobrogea-Litoral, Dunăre).

Pe baza formulei de salinizare prezentată în hărți și a suprafețelor de sol aferente au fost evaluate problemele privind salinizarea și combaterea acestora la nivelul fiecărui spațiu hidrografic. De asemenea sunt prezentate bazinele și comunele (cu suprafețe aferente) pentru fiecare tip de salinizare.

#### FORMULA UNITĂȚILOR DE TEREN AFECTATE DE SĂRĂTURARE



Explicația simbolurilor din formulă:

#### CLASELE DE UNITĂȚI DE TEREN AFECTATE DE SALINIZARE

- 1 Terenuri slab afectate sau cu risc scăzut de salinizare; sunt necesare măsuri simple și unele lucrări de prevenire a salinizării
- 2 Terenuri moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare; sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării
- 3 Terenuri puternic afectate de salinizare; sunt necesare măsuri și lucrări intensive pentru recuperarea terenurilor (dar în general neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice, cu excepția culturii orezului)

## SUBCLASELE DE UNITĂȚI DE TEREN AFECTATE DE SALINIZARE

|    |                                                               |
|----|---------------------------------------------------------------|
| S  | Salinitatea solului                                           |
| A  | Sodicitatea (alcalinitatea) solului                           |
| Sa | Salinitatea (dominantă) și sodicitatea (subsidiară) a solului |
| As | Sodicitatea (dominantă) și salinitatea (subsidiară) a solului |
| I  | Salinizarea potențială cu sulfat acid                         |

## GRUPELE TEXTURALE ALE SOLURILOR

|   |                            |
|---|----------------------------|
| N | Soluri nisipoase           |
| M | Soluri cu textură medie    |
| G | Soluri cu textură grosieră |
| F | Soluri cu textură fină     |

## UNITĂȚI DE RELIEF

|   |                     |
|---|---------------------|
| L | Lunci, deltă        |
| M | Litoral             |
| T | Câmpii și terase    |
| P | Dealuri și podișuri |

## ADÂNCIMEA APEI FREATICE

|                |           |                |         |
|----------------|-----------|----------------|---------|
| Q <sub>0</sub> | < 0,5 m   | Q <sub>3</sub> | 2 – 3 m |
| Q <sub>1</sub> | 0,5 – 1 m | Q <sub>4</sub> | 3 – 5 m |
| Q <sub>2</sub> | 1 – 2 m   | Q <sub>5</sub> | > 5 m   |

## SALINITATEA DIN PÂNZA FREATICĂ

|                |             |
|----------------|-------------|
| m <sub>1</sub> | <1.5 g/l    |
| m <sub>2</sub> | 1.5 – 2 g/l |
| m <sub>3</sub> | >2 g/l      |

## REGIUNILE CU TIP DE SALINIZARE DOMINANTĂ

|   |                        |   |                     |
|---|------------------------|---|---------------------|
| 1 | Tipul cloruric         | 4 | Tipul sulfato-sodic |
| 2 | Tipul sulfato-cloruric | 5 | Tipul sodic         |
| 3 | Tipul cloruro-sulfatic | 6 | Tip variat          |

## CLASELE DE SOLURI

- 1 *Salsodisoluri (soluri puternic afectate de saraturare)*
  - Solonceacuri (litorale)
  - Solonceacuri și solonețuri
  - Solonețuri
  - Solonețuri și solonceacuri dezvoltate sau derivate din sedimente saline vechi (“reziduale”)
- 2 *Soluri slab până la puternic afectate de sărăturare*
  - Soluri salinizate, uneori și sodicizate și local solonceacuri
  - Soluri sodicizate, uneori și salinizate și local solonețuri
  - Soluri salinizate mlăștinoase
- 3 *Soluri neafectate, dar susceptibile la saraturare*
  - Limnosoluri și histosoluri, potențial acid-sulfatice

- Soluri cu apă freatică, adesea sodicizate și salinizate în adâncime, local solonețuri din zone sub-umede (în afara luncilor)
  - Soluri de luncă, salinizate local din zone subaride-subumede
  - Soluri cu apă freatică, din zone umede
- 4     *Soluri neafectate și nesusceptibile la sărăturare*
- Soluri de luncă din zone umede
  - Soluri neinfluențate de apă freatică, din zone subaride-subumede
  - Alte soluri
  - Mlaștini și lacuri

#### *Rezultate obținute*

Arealele cu risc la degradare prin salinizare a solului au fost caracterizate pe spații hidrografice specifice țării noastre.

#### *Spațiul hidrografic Someș-Tisa*

În acest spațiu hidrografic, suprafața slab afectată sau cu risc scăzut de salinizare, care necesită măsuri simple și unele lucrări de prevenire a salinizării, este de 40128 ha (fig. 36).

Din acestea, 3389 ha sunt ocupate de terenuri situate în lunci, cu salinizare dominantă de tip sulfato-sodic, apa freatică fiind situată la adâncimi cuprinse între 2 și 3 m, cu un grad de salinizare mai mic decât 1.5 g/l. Au în componență soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu textură fină. Alte 36739 ha sunt ocupate de terenuri situate în câmpii și terase, cu salinizare dominantă de tip sulfato-sodic, apa freatică fiind situată la adâncimi de peste 2 m, cu un grad de salinizare mai mic decât 1.5 g/l. Au în componență soluri neafectate dar susceptibile la sărăturare (clasa 3), cu textură grosieră.

Terenurile moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 54282 ha. Aceste terenuri sunt situate în lunci, cu salinizare dominantă de tip sulfato-sodic, cu adâncimea apei freatice situată între 1 și 2 m, având un grad de salinizare cuprins între 1.5 și 2.0 g/l. Au în componență salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic, cu textură fină.

### SPATIUL HIDROGRAFIC SOMES-TISA

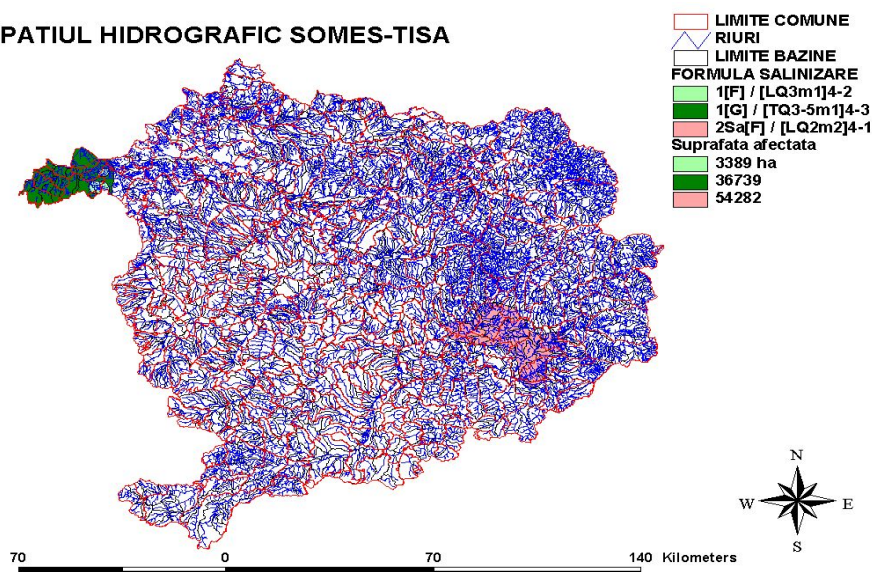


Figura 36: Spațiul hidrografic Someș-Tisa

#### Spațiul hidrografic al Crișurilor

În acest spațiu hidrografic, totalul terenurilor cu risc scăzut de salinizare, care necesită măsuri simple și unele lucrări de prevenire a salinizării, este de 158445 ha (figura 37). Aceste terenuri sunt situate în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-sodic, cu un grad de salinizare al apei freatice mai mic decât 1.5 g/l, 2532 ha fiind ocupate de soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), iar 155913 ha de soluri neafectate, dar susceptibile la sărăturare (clasa 3).

Din totalul terenurilor slab afectate sau cu risc scăzut de salinizare de 158445 ha, 2532 ha sunt ocupate de terenuri situate în lunci, apa freatică fiind situată la adâncimi cuprinse între 2 și 3 m, cu un grad de salinizare mai mic decât 1.5 g/l, fiind situate pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu textură fină.

Alte 119786 ha sunt ocupate de terenuri situate pe câmpii și terase, apa freatică fiind situată la adâncimi sub 2 m, având un grad de salinizare mai mică decât 1.5 g/l, și au în componență soluri neafectate dar susceptibile la sărăturare (clasa 3), cu textură grosieră.

Ultimele 36127 ha sunt ocupate de terenuri în care apa freatică este situată la adâncimi cuprinse între 3 m și 5 m, având un grad de salinizare mai mică decât 1.5 g/l, și au în componență soluri neafectate dar susceptibile la sărăturare (clasa 3), cu textură medie.

Terenurile moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 19410 ha. Aceste terenuri sunt situate în

zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-sodic, pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2). O parte, 14380 ha, sunt situate pe soluri cu caracter dominant sodic și subsidiar salin, cu textură fină (14366 ha) sau medie (14 ha), iar 5030 ha pe soluri cu caracter dominant salin și subsidiar sodic.

Din totalul terenurilor moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, 2717 ha sunt ocupate de terenuri situate în lunci, apa freatică fiind situată la adâncimi cuprinse între 1 și 3 m, cu un grad de salinizare mai mic decât 1.5 g/l, fiind situate pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu caracter dominant sodic și subsidiar salin, cu textură fină.

Alte 10762 ha sunt ocupate de terenuri situate tot în lunci, dar cu apa freatică situată la adâncimi cuprinse între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare mai mic decât 1.5 g/l, fiind situate de asemenea pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), de asemenea cu caracter dominant sodic și subsidiar salin și cu textură fină.

887 ha sunt ocupate de terenuri situate pe câmpii și terase, cu apa freatică situată la adâncimi cuprinse între 1 și 3 m, cu un grad de salinizare mai mic decât 1.5 g/l, fiind situate de asemenea pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), de asemenea cu caracter dominant sodic și subsidiar salin și cu textură fină. Pe 14 ha se găsesc terenuri situate pe câmpii și terase, cu apa freatică situată la adâncimi cuprinse între 1 și 3 m, cu un grad de salinizare mai mic decât 1.5 g/l, fiind situate de asemenea pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu textură medie, cu același caracter dominant sodic și subsidiar salin.

O suprafață de 1883 ha este ocupată de terenuri situate pe câmpii și terase, cu apa freatică situată la adâncimi cuprinse între 1 și 3 m, cu un grad de salinizare mai mic decât 1.5 g/l, fiind situate de asemenea pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic și cu textură fină.

Alte 3147 ha sunt ocupate de terenuri situate tot pe câmpii și terase, cu apa freatică situată la adâncimi cuprinse între 1 și 3 m, cu un grad de salinizare între 1.5 și 2.0 g/l, fiind situate de asemenea pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic și cu textură fină.

Terenurile puternic afectate de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări intensive pentru recuperarea terenurilor (dar în general neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice, cu excepția culturii orezului) ocupă un total de 44267 ha. Ele sunt situate în zone

cu salinizare dominantă de tip sulfato-sodic, pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu caracter dominant sodic și subsidiar salin, cu textură fină.

Din totalul terenurilor puternic afectate de salinizare, 9592 *ha* sunt ocupate de terenuri situate în lunci, apa freatică fiind situată la adâncimi cuprinse între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare mai mic decât 1.5 g/l, fiind situate pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1).

Alte 14939 *ha* sunt ocupate de terenuri situate de asemenea în lunci, apa freatică fiind situată la adâncimi cuprinse între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare mai mare de 1.5 g/l, fiind situate pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1).

3106 *ha* sunt ocupate de de terenuri situate de asemenea în lunci, apa freatică fiind situată la adâncimi cuprinse între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare între 1.5 și 2.0 g/l, fiind situate tot pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1).

O suprafață de 7843 *ha* este ocupată de terenuri situate de asemenea în lunci, apa freatică fiind situată la adâncimi cuprinse între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare mai mare de 2.0 g/l, fiind situate pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1).

Iar ultimele 8787 *ha* sunt ocupate de terenuri situate pe câmpii și terase, apa freatică fiind situată la adâncimi cuprinse între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare între 1.5 și 2.0 g/l, fiind situate pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1).

## SPATIUL HIDROGRAFIC CRISURI

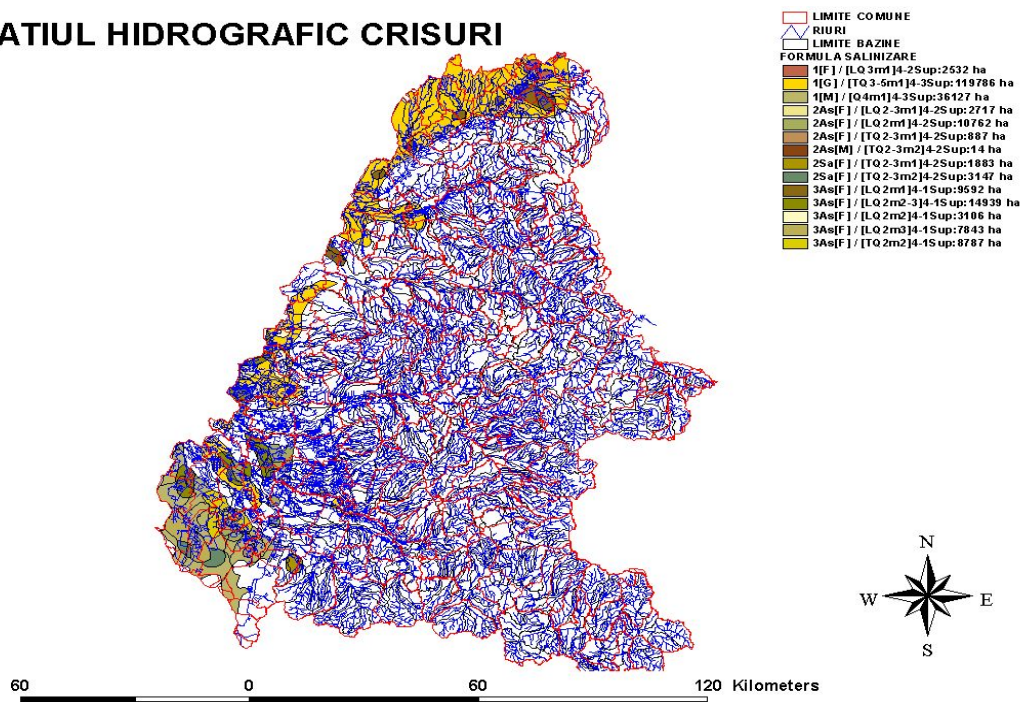


Figura 37: Spațiul hidrografic Crișuri

### *Spațiul hidrografic Banat*

În acest spațiu hidrografic, totalul terenurilor moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 29853 ha (figura 38). Aceste terenuri sunt situate în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-sodic, pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), (2106 ha – pe soluri cu textură fină, 27747 – pe soluri cu textură medie).

Din totalul terenurilor moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, 2106 ha sunt ocupate de terenuri situate în lunci, apa freatică având un grad de salinitate între 1.5 și 2.0 g/l, fiind situate pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu caracter dominant sodic și subsidiar salin, cu textură fină. Din acestea, 688 ha au apa freatică situată la adâncimi cuprinse între 1 și 3 m, iar 1418 ha între 1 și 2 m.

Alte 20597 ha sunt ocupate de terenuri situate tot în lunci, adâncimea apei freatice fiind între 1 și 2 m, fiind situate de asemenea pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), de asemenea cu caracter dominant sodic și subsidiar salin, dar cu textură medie. Din acestea, pe 6513 ha, apa freatică are un grad de salinitate între 1.5 și 2.0 g/l, iar pe 14084 ha, acest grad de salinitate este mai mare de 2.0 g/l.

Alte 7150 ha sunt ocupate de terenuri situate pe câmpii și terase, adâncimea apei freatice fiind între 1 și 2 m, de asemenea pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu textură medie. Pe 6647 ha, apa freatică are un grad de salinitate mai mare de 2.0 g/l, iar solurile au un caracter dominant sodic și subsidiar salin, iar pe 503 ha, acest grad de salinitate este cuprins între 1.5 și 2.0 g/l, iar solurile au caracter dominant salin și subsidiar sodic.

Terenurile puternic afectate de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări intensive pentru recuperarea terenurilor (dar în general neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice, cu excepția culturii orezului) ocupă un total de 37311 ha. Ele sunt situate în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-sodic, pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu caracter dominant sodic și subsidiar salin, (12318 ha – textură fină, 24993 ha – textură medie).

Din totalul terenurilor puternic afectate de salinizare, 11211 ha sunt ocupate de terenuri situate în lunci, apa freatică fiind situată la adâncimi cuprinse între 1 și 2 m, pe salsodisoluri cu textură fină, din care pe 2210 ha, gradul de salinizare al apei freatice fiind mai mic decât 1.5 g/l, iar pe 9001 ha acest grad de salinitate fiind cuprins între 1.5 și 2.0 g/l.

Alte 1107 ha sunt ocupate de terenuri situate pe câmpii și terase, apa freatică fiind situată la adâncimi cuprinse între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare cuprins între 1.5 și 2.0 g/l, fiind situate pe salsodisoluri, cu textură fină.

O suprafață de 11811 ha este ocupată de terenuri situate în lunci, fiind situate tot pe salsodisoluri, cu textură medie. Pe 7995 ha dintre ele, apa freatică este situată la adâncimi cuprinse între 0,5 și 2 m, cu un grad de salinizare de peste 2.0 g/l, iar pe 3816 ha, apa freatică este situată la adâncimi cuprinse între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare între 1.5 și 2.0 g/l.

Ultimele 13182 ha sunt ocupate de terenuri situate pe câmpii și terase, apa freatică fiind situată la adâncimi cuprinse între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare mai mare de 2.0 g/l, fiind situate pe salsodisoluri, cu textură medie.

## SPATIUL HIDROGRAFIC BANAT

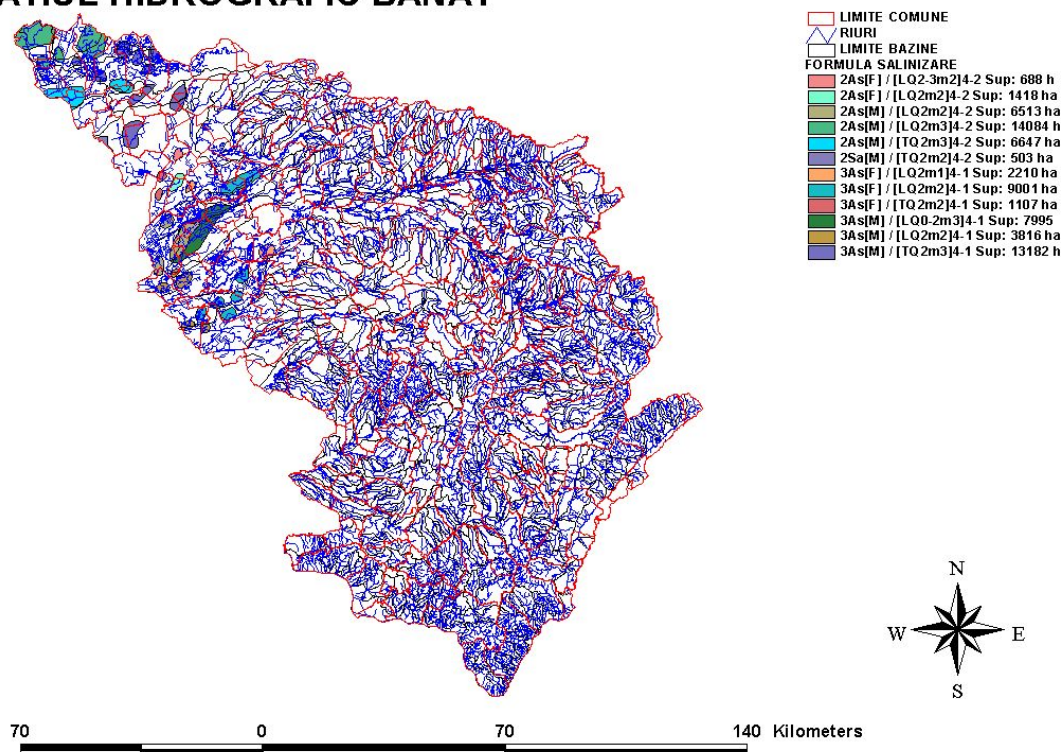


Figura 38: Spațiul hidrografic Banat

### Spațiul hidrografic Mureș

În acest spațiu hidrografic, totalul terenurilor slab afectate sau cu risc scăzut de salinizare, care necesită măsuri simple și unele lucrări de prevenire a salinizării, este de 57303 ha (figura 39). Aceste terenuri sunt situate în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-sodic, cu un grad de salinizare al apei freatice mai mic decât 1.5 g/l, pe soluri neafectate, dar susceptibile la sărăturare (clasa 3).

Din totalul terenurilor slab afectate sau cu risc scăzut de salinizare de 57303 ha, 301 ha sunt ocupate de terenuri situate pe câmpii și terase, apa freatică fiind situată la adâncimi cuprinse între 1 și 2 m, fiind situate pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu textură fină.

57002 ha sunt ocupate de terenuri în care apa freatică este situată la adâncimi între 3 și 5 m, fiind situate pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu textură medie.

Terenurile moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 7678 ha.

Din totalul terenurilor moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, 949 ha sunt ocupate de terenuri situate în lunci, apa freatică fiind situată la adâncimi cuprinse între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare mai mare decât 2.0 g/l, fiind situate pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu caracter dominant sodic și subsidiar salin, cu textură medie.

Alte 6729 ha sunt ocupate de terenuri situate pe câmpii și terase, dar cu apa freatică situată la adâncimi cuprinse între 1 și 3 m, cu un grad de salinizare cuprins între 1.5 și 2.0 g/l, fiind situate de asemenea pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2). 5630 ha sunt situate pe soluri cu caracter dominant sodic și subsidiar salin și cu textură medie, iar 1099 ha pe soluri cu caracter salin dominant și subsidiar sodic și cu textură fină.

Terenurile puternic afectate de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări intensive pentru recuperarea terenurilor (dar în general neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice, cu excepția culturii orezului) ocupă un total de 4280 ha. Ele sunt situate pe terenuri situate pe câmpii și terase, în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-sodic, în care apa freatică este situată la adâncimi cuprinse între 1 și 2 m, pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu caracter dominant sodic și subsidiar salin. Din acestea, 4242 ha au gradul de salinizare al apei freatice între 1.5 și 2.0 g/l, și textură fină; iar 38 ha au acest grad de salinizare mai mare de 2 g/l, cu textură medie.

## SPATIUL HIDROGRAFIC MURES

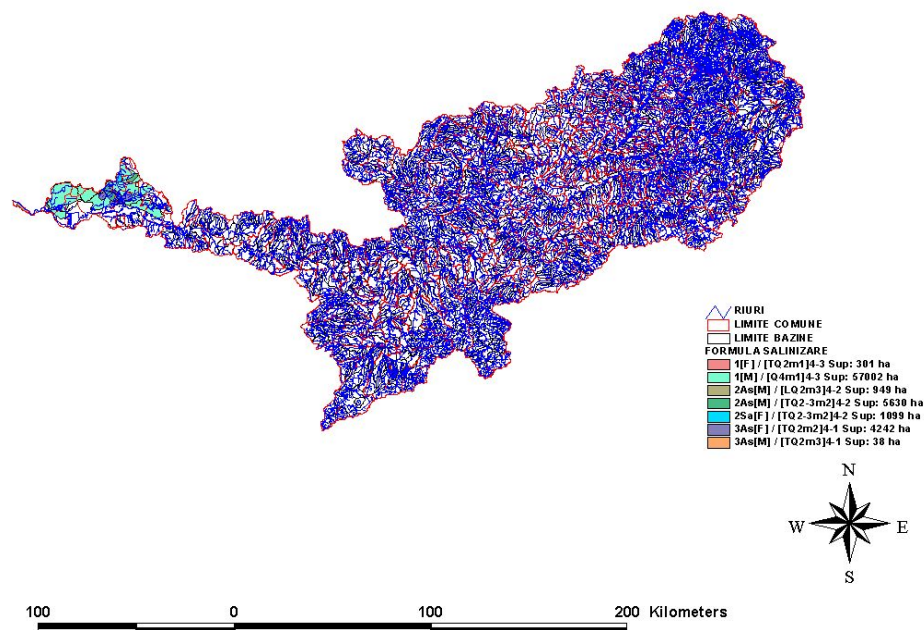


Figura 39: Spațiul hidrografic Mureș

### Spațiul hidrografic Jiu

În acest spațiu hidrografic, totalul terenurilor slab afectate sau cu risc scăzut de salinizare, care necesită măsuri simple și unele lucrări de prevenire a salinizării, este de 101619 ha (figura 40). Aceste terenuri sunt situate în zone cu salinizare dominantă de tip sodic, cu un grad de salinizare al apei freatice mai mic decât 1.5 g/l, pe soluri neafectate, dar susceptibile la sărăturare (clasa 3). Din totalul terenurilor slab afectate sau cu risc scăzut de salinizare de 101619 ha, 85648 ha sunt ocupate de terenuri situate în lunci, apa freatică fiind situată la adâncimi cuprinse între 2 și 3 m, fiind situate pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu texturi de la fină la medie.

Alte 15971 ha sunt ocupate de terenuri cu apa freatică situată la adâncimi între 3 și 5 m, pe soluri neafectate dar susceptibile la sărăturare (clasa 3), cu textură medie.

Terenurile moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorare sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 6168 ha. Acestea sunt situate în zone cu salinizare dominantă de tip sodic, pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2).

O parte, 4356 ha, sunt situate pe terenuri situate în lunci, apa freatică fiind situată la adâncimi cuprinse între 1 și 3 m, cu un grad de salinizare mai mic decât 1.5 g/l, pe soluri cu caracter dominant sodic și subsidiar salin, cu textură fină spre medie.

Alte 1812 ha sunt situate pe câmpii și terase, pe terenuri cu apa freatică situată la adâncimi cuprinse între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare între 1.5 și 2.0 g/l, și pe soluri cu caracter dominant salin și subsidiar sodic, cu textură fină.

Terenurile puternic afectate de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări intensive pentru recuperarea terenurilor (dar în general neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice, cu excepția culturii orezului) ocupă un total de 36973 ha. Ele sunt situate pe lunci, au apa freatică situată la adâncimi între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare între 1.5 și 2.0 g/l, în zone cu salinizare dominantă de tip sodic, pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1).

Din totalul terenurilor puternic afectate de salinizare, 10777 ha sunt situate pe soluri sodice, cu textură fină, 3201 ha pe soluri sodice, cu textură fină până la medie, iar 22995 ha pe soluri cu caracter dominant sodic și subsidiar salin (9076 ha – textură fină; 13919 ha – textură medie până la grosieră).

## SPATIUL HIDROGRAFIC JIU

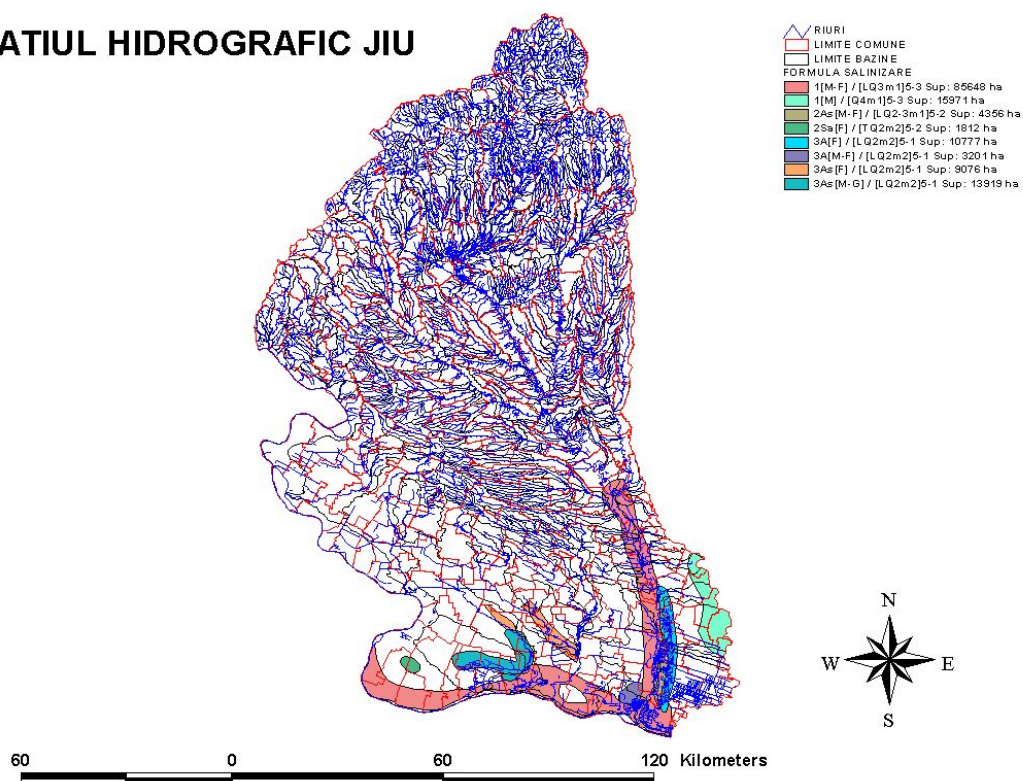


Figura 40: Spațiul hidrografic Jiu

### Spațiul hidrografic Olt

În acest spațiu hidrografic, totalul terenurilor slab afectate sau cu risc scăzut de salinizare, care necesită măsuri simple și unele lucrări de prevenire a salinizării, este de 172731 ha (figura 41). Aceste terenuri sunt situate în zone cu salinizare dominantă de tip sodic, cu un

grad de salinizare al apei freatice mai mic decât 1.5 g/l, pe soluri neafectate, dar susceptibile la sărăturare (clasa 3). Din totalul terenurilor slab afectate sau cu risc scăzut de salinizare de 172731 ha, 89506 ha sunt ocupate de terenuri situate în lunci, apa freatică fiind situată la adâncimi cuprinse între 2 și 3 m, fiind situate pe soluri neafectate, dar susceptibile la sărăturare (clasa 3), cu texturi de la fină la medie.

Alte 83225 ha sunt ocupate de terenuri cu apa freatică situată la adâncimi între 3 și 5 m, pe soluri neafectate dar susceptibile la sărăturare (clasa 3), cu textură medie.

Terenurile puternic afectate de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări intensive pentru recuperarea terenurilor (în general neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice, cu excepția culturii orezului) ocupă un total de 13642 ha. Sunt situate pe lunci, au apa freatică situată la adâncimi între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare mai mare de 2.0 g/l, în zone cu salinizare dominantă de tip sodic, pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu textură fină.

## SPATIUL HIDROGRAFIC OLT

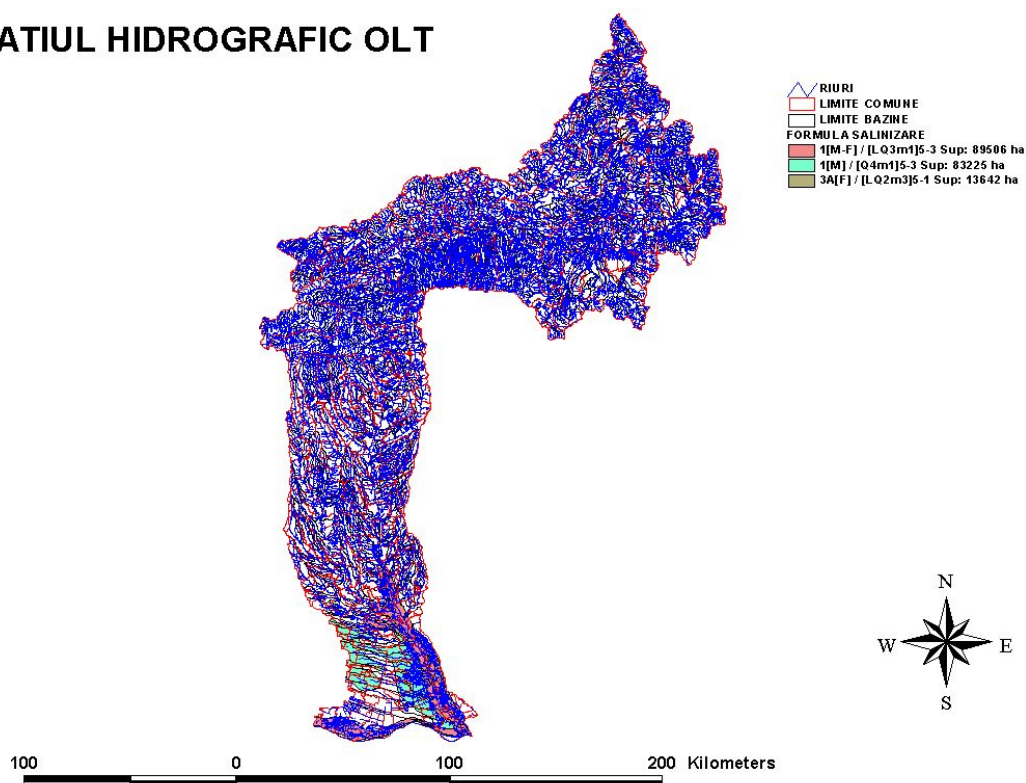


Figura 41: Spațiul hidrografic Olt

### Spațiul hidrografic Argeș-Vedea

În acest spațiu hidrografic, totalul terenurilor slab afectate sau cu risc scăzut de salinizare, care necesită măsuri simple și unele lucrări de prevenire a salinizării, este de 176307 ha (figura 42). Aceste terenuri sunt situate în zone cu salinizare dominantă de tip sodic, apa

freatică fiind situată la adâncimi cuprinse între 2 și 3 m, cu un grad de salinizare al apei freatice mai mic decât 1.5 g/l, pe soluri neafectate, dar susceptibile la sărăturare (clasa 3). Din acestea, 35564 ha sunt ocupate de terenuri situate pe câmpii și terase în lunci, pe soluri neafectate, dar susceptibile la sărăturare (clasa 3), cu textură fină; iar 140743 ha sunt ocupate de terenuri situate în lunci, pe soluri neafectate dar susceptibile la sărăturare (clasa 3), cu textură fină spre medie.

Terenurile moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 23567 ha. Aceste terenuri sunt situate în lunci, în zone cu salinizare dominantă de tip sodic, pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu textură fină.

Din acestea, 16698 ha, sunt situate pe soluri cu caracter dominant sodic și subsidiar salin, apa freatică având un grad de salinizare între 1.5 și 2.0 g/l, o parte, 6364 ha, având apa freatică situată la adâncimi cuprinse între 1 și 3 m, iar 10334 ha la adâncimi între 1 și 2 m.

O suprafață de 3424 ha este ocupată de terenuri cu apa freatică situată la adâncimi cuprinse între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare între 1.5 și 2.0 g/l, pe soluri cu caracter salin.

9809 ha sunt ocupate de terenuri, cu apa freatică situată la adâncimi cuprinse între 1 și 2 m, fiind situate pe soluri cu caracter dominant salin și subsidiar sodic, din care pe 3376 ha apa freatică are un grad de salinizare mai mic decât 1.5 g/l, iar pe 6433 ha, între 1.5 și 2.0 g/l.

Terenurile puternic afectate de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări intensive pentru recuperarea terenurilor (dar în general neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice, cu excepția culturii orezului) ocupă un total de 11342 ha. Ele sunt situate în lunci, pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu textură fină.

Din totalul terenurilor puternic afectate de salinizare, 641 ha sunt situate în zone cu salinizare dominantă variată, în care apa freatică este situată la adâncimi cuprinse între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare mai mic decât 1.5 g/l, fiind situate pe salsodisoluri, cu caracter sodic.

Celelalte 10701 ha sunt ocupate de terenuri cu salinizare dominantă de tip sodic.

Din acestea, 9703 ha fiind situate în zone, cu apa freatică situată la adâncimi cuprinse între 1 și 2 m, 9616 ha având un grad de salinizare mai mare între 1.5 și 2.0 g/l, iar 87 ha mai mare decât 2.0 g/l. Ultimele 998 ha sunt situate pe terenuri cu apa freatică situată la adâncimi până la 2 m, cu un grad de salinizare între 1.5 și 2.0 g/l, pe soluri cu caracter dominant sodic și subsidiar salin.

## SPATIUL HIDROGRAFIC ARGES-VEDEA

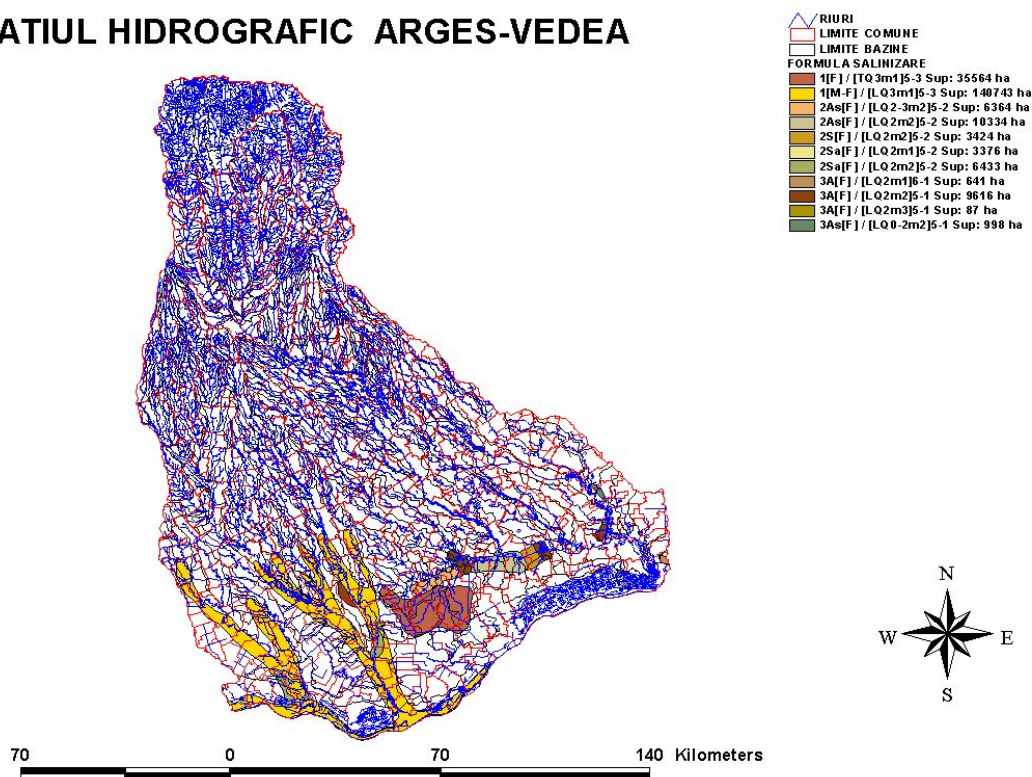


Figura 42: Spațiul hidrografic Argeș-Vedea

### Spațiul hidrografic Buzău - Ialomița

În acest spațiu hidrografic, totalul terenurilor slab afectate sau cu risc scăzut de salinizare, care necesită măsuri simple și unele lucrări de prevenire a salinizării, este de 88360 ha (figura 43). Aceste terenuri sunt situate în zone cu salinizare dominantă de tip sodic, apa freatică fiind situată la adâncimi cuprinse între 3 și 5 m, cu un grad de salinizare al apei freatice mai mic decât 1.5 g/l, pe soluri neafectate, dar susceptibile la sărăturare (clasa 3), cu textură medie.

Terenurile moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 51020 ha. Din totalul terenurilor moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, 7376 ha sunt situate pe câmpii și terase, pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu caracter dominant sodic și subsidiar salin, iar 43644 ha pe soluri cu caracter dominant salin și subsidiar sodic.

Din cele 7376 ha, 6071 ha sunt situate pe terenuri cu salinizare de tip sulfato-sodic, cu apa freatică la adâncimi între 2 și 3, cu un grad de salinizare mai mare decât 2.0 g/l, cu caracter dominant sodic și subsidiar salin, pe soluri cu textură fină.

Alte 422 ha sunt situate pe terenuri cu salinizare de tip sulfato-cloruric, cu apa freatică la adâncimi între 1 și 3 m, cu un grad de salinizare mai mare decât 2.0 g/l, cu caracter dominant sodic și subsidiar salin, pe soluri cu textură medie.

## SPATIUL HIDROGRAFIC BUZAU-IALOMITA

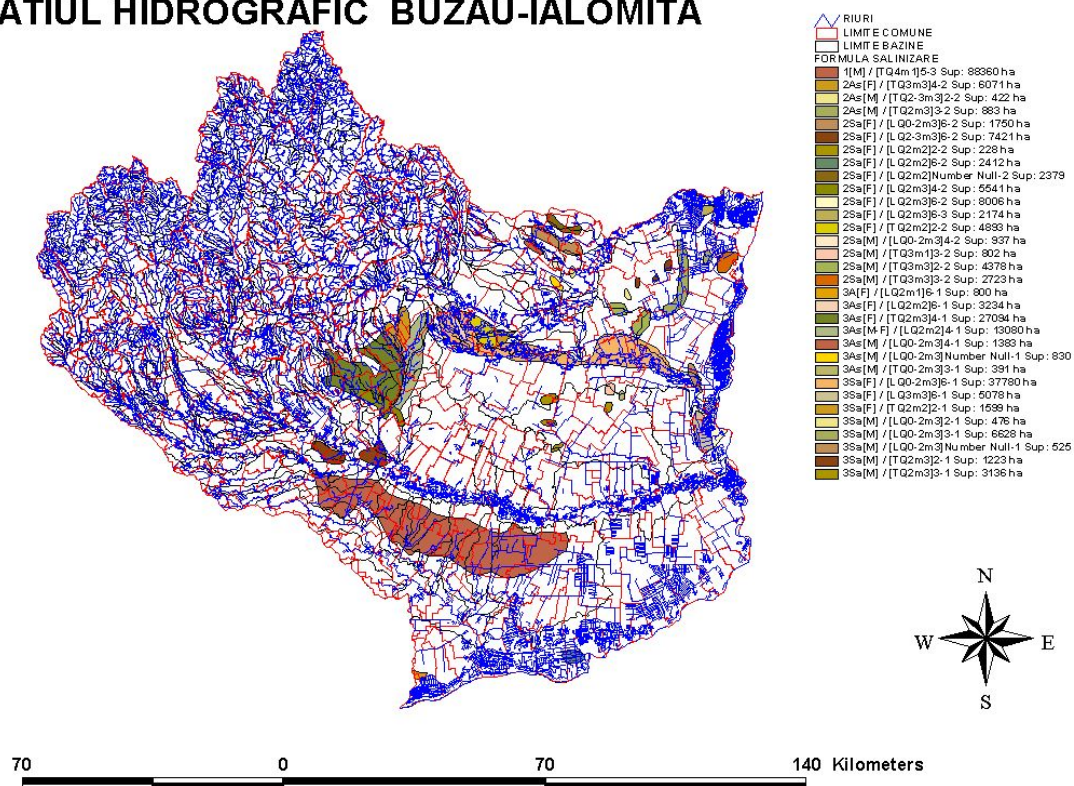


Figura 43: Spațiul hidrografic Buzău-Ialomița

Ultimele 883 ha sunt situate pe terenuri cu salinizare de tip cloruro-sulfatic, cu apa freatică la adâncimi între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare mai mare decât 2.0 g/l, cu caracter dominant sodic și subsidiar salin, pe soluri cu textură medie.

O suprafață de 9177 ha este ocupată de terenuri situate în lunci, în zone cu salinizare dominantă de tip variată, cu un grad de salinizare al apei freatice mai mare decât 2.0 g/l, pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic, cu textură fină, 1750 ha având apa freatică la adâncimi sub 2 m, iar 7421 ha la adâncimi între 1 și 3 m.

Alte 228 ha sunt ocupate de terenuri situate în lunci, în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-cloruric, cu apa freatică la adâncimi între 1 și 2 m cu un grad de salinizare între 1.5 și 2.0 g/l, pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu caracter dominant sodic și subsidiar salin, cu textură fină.

O suprafață de 2412 ha este ocupată de terenuri situate în lunci, în zone cu salinizare dominantă de tip variată, cu apa freatică la adâncimi între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare între 1.5 și 2.0 g/l, pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic, cu textură fină.

Alte 2379 ha sunt ocupate de terenuri situate în lunci, cu apa freatică la adâncimi între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare între 1.5 și 2.0 g/l, pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic, cu textură fină.

O suprafață de 5541 ha este ocupată de terenuri situate în lunci, în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-cloruric, cu apa freatică la adâncimi între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare mai mare decât 2.0 g/l, pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic, cu textură fină.

O suprafață de 8006 ha este ocupată de terenuri situate în lunci, în zone cu salinizare dominantă de tip variat, cu apa freatică la adâncimi între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare mai mare decât 2.0 g/l, pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic, cu textură fină.

Alte 2174 ha sunt ocupate de terenuri situate în lunci, în zone cu salinizare dominantă de tip variat, cu apa freatică la adâncimi între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare mai mare decât 2.0 g/l, pe soluri neafectate, dar susceptibile la sărăturare (clasa 3), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic, cu textură fină.

O suprafață de 4893 ha este ocupată de terenuri situate pe câmpii și terase, în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-cloruric, cu apa freatică la adâncimi între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare între 1.5 și 2.0 g/l, pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic, cu textură fină.

Alte 937 ha sunt ocupate de terenuri situate în lunci, în zone cu salinizare dominantă de tip variat, cu apa freatică la adâncimi mai mici de 2 m, cu un grad de salinizare mai mare decât 2.0 g/l, pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic, cu textură medie.

O suprafață de 802 ha este ocupată de terenuri situate pe câmpii și terase, în zone cu salinizare dominantă de tip cloruro-sulfatic, cu apa freatică la adâncimi între 2 și 3 m, cu un grad de salinizare sub 1.5 g/l, pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic, cu textură medie.

Alte 4378 ha sunt ocupate de terenuri situate pe câmpii și terase, în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-cloruric, cu apa freatică la adâncimi între 2 și 3 m, cu un grad de

salinizare mai mare decât 2.0 g/l, pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic, cu textură medie.

Alte 4378 ha sunt ocupate de terenuri situate pe câmpii și terase, în zone cu salinizare dominantă de tip cloruro-sulfatic, cu apa freatică la adâncimi între 2 și 3 m, cu un grad de salinizare mai mare decât 2.0 g/l, pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic, cu textură medie.

Terenurile puternic afectate de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări intensive pentru recuperarea terenurilor (dar în general neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice, cu excepția culturii orezului) ocupă un total de 103257 ha. Toate acestea sunt situate pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1).

Din suprafața totală a terenurilor puternic afectate de salinizare, 800 ha sunt ocupate de terenuri situate în lunci, în zone cu salinizare dominantă de tip variat, apa freatică fiind situată la adâncimi cuprinse între 1 și 2 m, cu grad de salinizare mai mic decât 1.5 g/l, situate pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu textură fină.

Alte 3234 ha sunt ocupate de terenuri situate de asemenea în lunci, în zone cu salinizare dominantă de tip variat, apa freatică fiind situată la adâncimi cuprinse între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare între 1.5 și 2.0 g/l, fiind situate pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu caracter dominant sodic și subsidiar salin, cu textură fină.

Alte 27094 ha sunt ocupate de terenuri situate pe câmpii și terase, în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-sodic, apa freatică fiind situată la adâncimi cuprinse între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare mai mare decât 2.0 g/l, fiind situate pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu caracter dominant sodic și subsidiar salin, cu textură fină.

13080 ha sunt ocupate de terenuri situate în lunci, în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-sodic, apa freatică este situată la adâncimi cuprinse între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare între 1.5 și 2.0 g/l, fiind situate pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu caracter dominant sodic și subsidiar salin, cu textură fină spre medie.

Alte 1383 ha sunt ocupate de terenuri situate de asemenea în lunci, în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-sodic, apa freatică fiind situată la adâncimi mai mici decât 2 m, cu un grad de salinizare mai mare decât 2.0 g/l, fiind situate pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu caracter dominant sodic și subsidiar salin, cu textură medie.

O suprafață de 830 ha este ocupată de terenuri situate de asemenea în lunci, în zone cu apa freatică fiind situată la adâncimi mai mici decât 2 m, cu un grad de salinizare mai mare decât

2.0 g/l, fiind situate pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu caracter dominant sodic și subsidiar salin, cu textură medie.

Alte 391 ha sunt ocupate de terenuri situate pe câmpii și terase, în zone cu salinizare dominantă de tip cloruro-sulfatic, apa freatică este situată la adâncimi mai mici decât 2 m, cu un grad de salinizare mai mare decât 2.0 g/l, pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu caracter dominant sodic și subsidiar salin, cu textură medie.

O suprafață de 37780 ha este ocupată de terenuri situate în lunci, în zone cu salinizare dominantă de tip variat, cu apa freatică fiind situată la adâncimi mai mici decât 2 m, cu un grad de salinizare mai mare decât 2.0 g/l, fiind situate pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic, cu textură fină.

Alte 5078 ha sunt ocupate de terenuri situate de asemenea în lunci, în zone cu salinizare dominantă de tip variat, apa freatică fiind situată la adâncimi între 2 și 3 m, cu un grad de salinizare mai mare decât 2.0 g/l, fiind situate pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic, cu textură fină.

Suprafața de 1599 ha este ocupată de terenuri situate pe câmpii și terase, în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-cloruric, cu apa freatică fiind situată la adâncimi între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare între 1.5 și 2.0 g/l, fiind situate pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic, cu textură medie.

Alte 476 ha sunt ocupate de terenuri situate în lunci, în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-cloruric, apa freatică fiind situată la adâncimi mai mici de 2 m, cu un grad de salinizare mai mare decât 2.0 g/l, fiind situate pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic, cu textură medie.

Alte 6628 ha sunt ocupate de terenuri situate în lunci, în zone cu salinizare dominantă de tip cloruro-sulfatic, apa freatică fiind situată la adâncimi mai mici de 2 m, cu un grad de salinizare mai mare decât 2.0 g/l, fiind situate pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic, cu textură medie.

O suprafață de 525 ha este ocupată de terenuri situate în lunci, în zone cu apa freatică situată la adâncimi mai mici de 2 m, cu un grad de salinizare mai mare decât 2.0 g/l, fiind situate pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic, cu textură medie.

Alte 1223 ha sunt ocupate de terenuri situate pe câmpii și terase, în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-cloruric, apa freatică fiind situată la adâncimi între 1 și 2 m, cu un

grad de salinizare mai mare decât 2.0 g/l, fiind situate pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic, cu textură medie.

Alte 3136 ha sunt ocupate de terenuri situate pe câmpii și terase, în zone cu salinizare dominantă de tip cloruro-sulfatic, apa freatică fiind situată la adâncimi între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare mai mare decât 2.0 g/l, fiind situate pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic, cu textură medie.

#### *Spațiul hidrografic Siret*

În acest spațiu hidrografic, totalul terenurilor moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 12676 ha (figura 44). Aceste terenuri sunt situate pe lunci, pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu textură fină. Din totalul terenurilor moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, 427 ha sunt ocupate de terenuri situate în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-sodic, cu apa freatică fiind situată la adâncimi cuprinse între 0.5 și 2 m, cu un grad de salinizare între 1.5 și 2.0 g/l, fiind situate pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu caracter dominant sodic și subsidiar salin, cu textură fină.

Alte 1341 ha sunt ocupate de terenuri situate tot în lunci, dar în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-cloruric, cu apa freatică situată la adâncimi cuprinse între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare între 1.5 și 2.0 g/l, fiind situate de asemenea pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic și cu textură fină.

Alte 3856 ha sunt ocupate de terenuri situate tot în lunci, dar în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-sodic, cu apa freatică situată la adâncimi cuprinse între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare între 1.5 și 2.0 g/l, fiind situate de asemenea pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic și cu textură fină.

Alte 7052 ha sunt ocupate de terenuri situate tot în lunci, dar în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-sodic, cu apa freatică situată la adâncimi cuprinse între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare mai mare decât 2.0 g/l, fiind situate de asemenea pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic și cu textură fină.

## SPATIUL HIDROGRAFIC SIRET

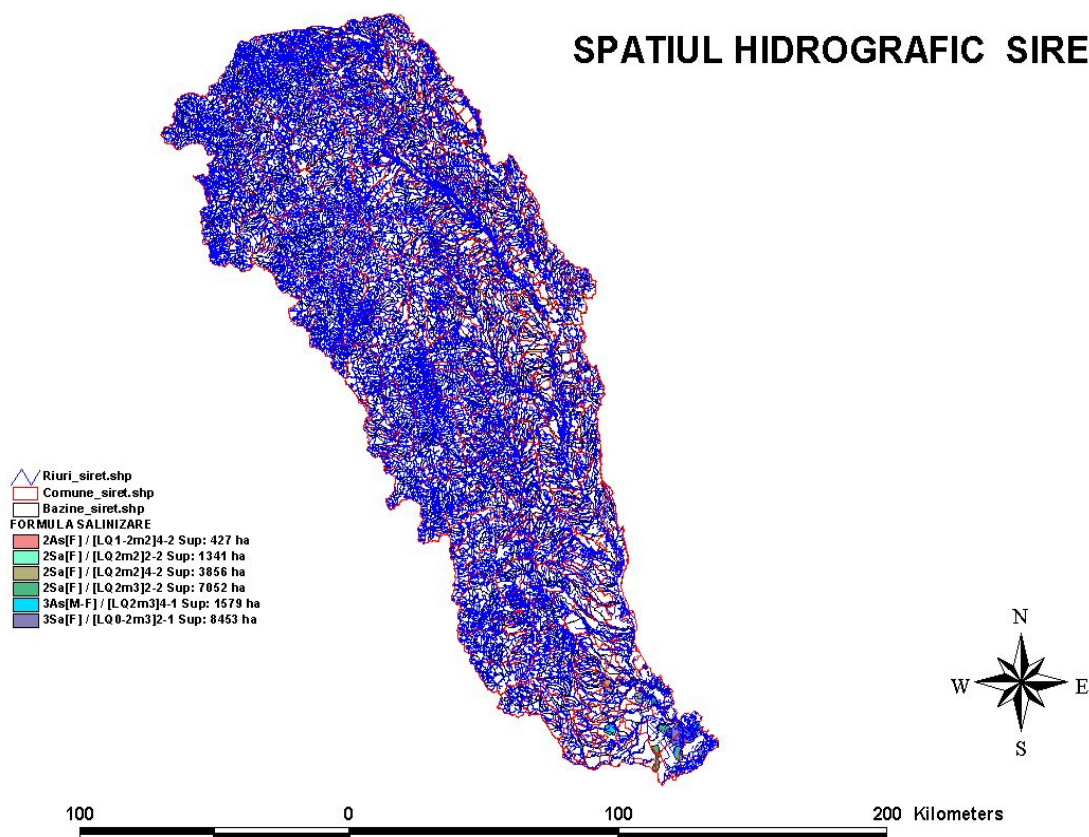


Figura 44: Spațiul hidrografic Siret

Terenurile puternic afectate de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări intensive pentru recuperarea terenurilor (dar în general neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice, cu excepția culturii orezului) ocupă un total de 10032 ha. Ele sunt situate în lunci, în zone cu un grad de salinizare al apei freatice mai mare de 2.0 g/l, pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1).

Din totalul terenurilor puternic afectate de salinizare, 1579 ha sunt ocupate de terenuri situate în lunci, zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-sodic, apa freatică fiind situată la adâncimi cuprinse între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare mai mare de 2.0 g/l, fiind situate pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu caracter dominant sodic și subsidiar salin, cu textură medie spre fină.

Alte 8453 ha sunt ocupate de terenuri situate de asemenea în lunci, zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-cloruric, apa freatică fiind situată la adâncimi sub 2 m, cu un grad de salinizare mai mari decât 2.0 g/l, fiind situate pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic și cu textură fină.

### *Spațiul hidrografic Prut*

În acest spațiu hidrografic, totalul terenurilor moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 139278 ha (figura 45). Aceste terenuri sunt situate pe lunci, pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2). Din totalul terenurilor moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, 68703 ha sunt ocupate de terenuri situate în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-sodic, fiind situate pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu caracter dominant sodic și subsidiar salin. Din acestea, pe 44928 ha apa freatică este situată la adâncimi cuprinse între 0.5 și 2 m, cu un grad de salinizare al apei freatice între 1.5 și 2.0 g/l, solurile având textură fină; pe 8488 ha apa freatică este situată la adâncimi cuprinse între 0.5 și 1 m, cu un grad de salinizare al apei freatice între 1.5 și 2.0 g/l, solurile având textură fină; pe 1921 ha apa freatică este situată la adâncimi cuprinse între 1 și 3 m, cu un grad de salinizare mai mic decât 1.5 g/l, solurile având textură medie spre fină, iar pe ultimii 13366 ha apa freatică este situată la adâncimi cuprinse între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare al apei freatice între 1.5 și 2.0 g/l, solurile având textură medie spre fină.

Alte 70575 ha sunt ocupate de terenuri situate în lunci, pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic și cu textură fină.

Dintre acestea, 6233 ha sunt ocupate de terenuri aflate în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-sodic, cu apa freatică situată la adâncimi până la 2 m, cu un grad de salinizare între 1.5 și 2.0 g/l; 24393 ha sunt ocupate de terenuri aflate în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-sodic, cu apa freatică situată la adâncimi între 0.5 și 2 m, cu un grad de salinizare între 1.5 și 2.0 g/l, alte 37415 ha sunt ocupate de terenuri aflate în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-sodic, cu apa freatică situată la adâncimi între 1 și 3 m, cu un grad de salinizare între 1.5 și 2.0 g/l, alte 1151 ha sunt ocupate de terenuri aflate în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-cloruric, cu apa freatică situată la adâncimi între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare între 1.5 și 2.0 g/l, 1006 ha sunt ocupate de terenuri aflate în zone cu salinizare dominantă de tip variat, cu apa freatică situată la adâncimi între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare între 1.5 și 2.0 g/l, iar ultimile 377 ha sunt ocupate de terenuri aflate în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-cloruric, cu apa freatică situată la adâncimi între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare mai mare decât 2.0 g/l.

## SPATIUL HIDROGRAFIC PRUT

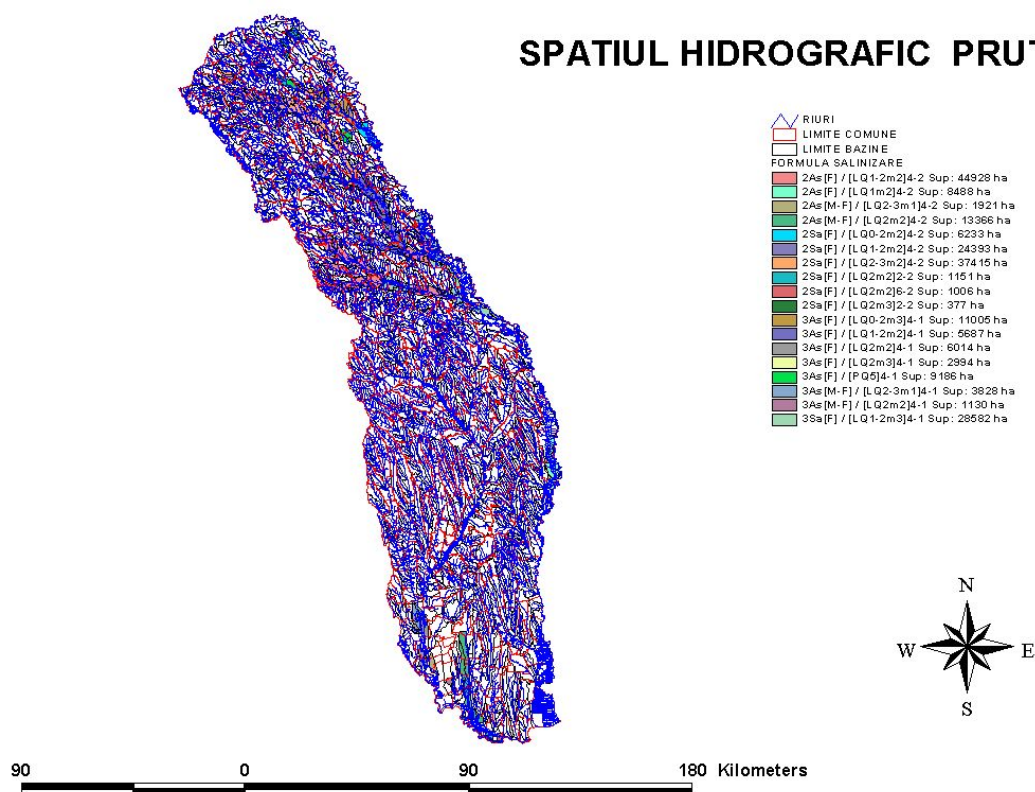


Figura 45: Spațiul hidrografic Prut

Terenurile puternic afectate de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări intensive pentru recuperarea terenurilor (dar în general neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice, cu excepția culturii orezului) ocupă un total de 68426 ha. Ele sunt situate în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-sodic, pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1).

Din totalul terenurilor puternic afectate de salinizare, 15700 ha sunt ocupate de terenuri situate în lunci, pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu caracter dominant sodic și subsidiar salin, cu textură fină.

Din acestea, pe 11005 ha apa freatică este situată la adâncimi sub 2 m, cu un grad de salinizare mai mare de 2.0 g/l, pe 5687 ha apa freatică este situată la adâncimi între 0.5 și 2 m, cu un grad de salinizare între 1.5 și 2.0 g/l, pe 6014 ha apa freatică este situată la adâncimi între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare între 1.5 și 2.0 g/l, pe 2994 ha apa freatică este situată la adâncimi între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare mai mare de 2.0 g/l.

Alte 9186 ha sunt ocupate de terenuri situate pe dealuri și podișuri, în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-sodic, apa freatică fiind situată la adâncimi mai mari de 5 m, fiind situate pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu caracter dominant sodic și subsidiar salin și cu textură fină.

Alte 4958 ha sunt ocupate de terenuri situate în lunci, în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-sodic, pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu caracter dominant sodic și subsidiar salin și cu textură medie spre fină, pe 3828 ha, apa freatică fiind situată la adâncimi între 1 și 3 m, cu un grad de salinizare mai mic de 1.5 g/l, iar pe celelalte 1130 ha, apa freatică fiind situată la adâncimi între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare între 1.5 și 2.0 g/l.

Ultimile 28582 ha sunt ocupate de terenuri situate în lunci, în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-sodic, pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic și cu textură fină, apa freatică fiind situată la adâncimi între 0.5 și 2 m, cu un grad de salinizare mai mare decât 2.0 g/l.

#### *Spațiul hidrografic Dobrogea-Litoral*

În acest spațiu hidrografic, totalul terenurilor moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 4330 ha (figura 46). Aceste terenuri sunt situate în zone cu salinizare dominantă de tip cloruro-sulfatic, pe soluri cu caracter dominant salin și subsidiar sodic, cu textură medie. Din totalul terenurilor moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, 2730 ha sunt ocupate de terenuri situate în lunci, cu apa freatică situată la adâncimi cuprinse între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare al apei freatice mai mare de 2.0 g/l, pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2).

2730 ha sunt ocupate de terenuri situate pe câmpii și terase, cu apa freatică situată la adâncimi cuprinse între 2 și 3 m, cu un grad de salinizare al apei freatice între 1.5 și 2.0 g/l, pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1).

Terenurile puternic afectate de salinizare, care necesită măsuri și lucrări intensive pentru recuperarea terenurilor (dar în general neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice, cu excepția culturii orezului) ocupă un total de 22406 ha. Sunt situate pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu textură medie.

Din totalul terenurilor puternic afectate de salinizare, 3686 ha sunt ocupate de terenuri situate în lunci sau deltă, în zone cu salinizare dominantă de tip cloruro-sulfatic, apa freatică fiind situată la adâncimi între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare între 1.5 și 2.0 g/l, pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu caracter dominant sodic și subsidiar salin și cu textură medie.

## SPATIUL HIDROGRAFIC DOBROGEA-LITORAL

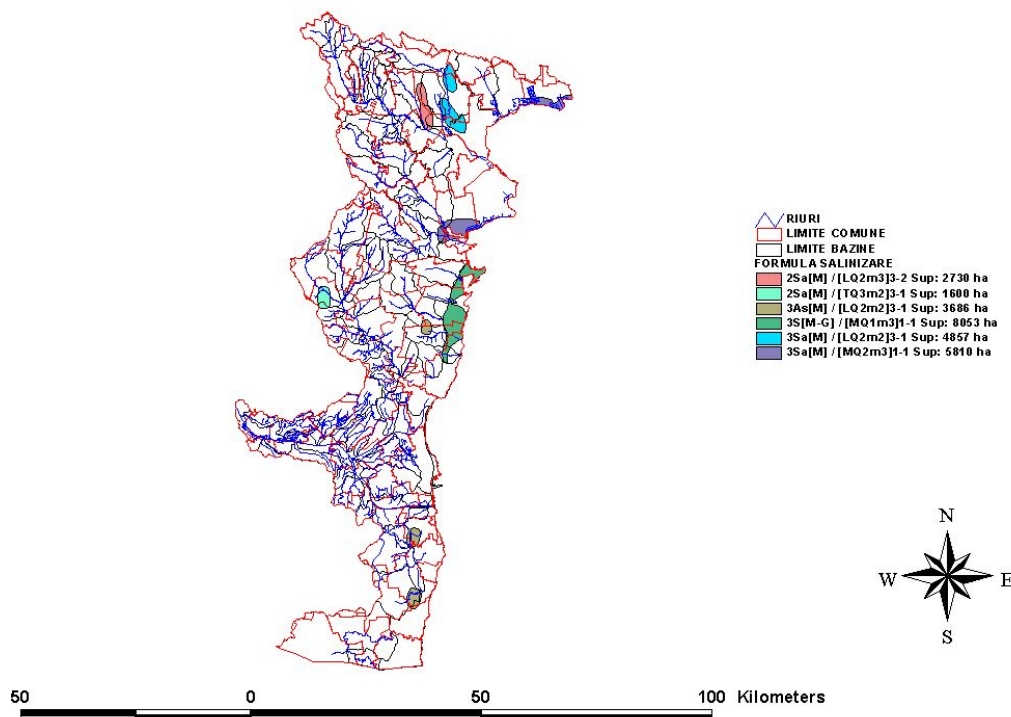


Figura 46 : Spațiul hidrografic Dobrogea-Litoral

Alte 8053 ha sunt ocupate de terenuri situate pe litoral, în zone cu salinizare dominantă de tip cloruric, apa freatică fiind situată la adâncimi între 0.5 și 1 m, cu un grad de salinizare mai mare decât 2.0 g/l, pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu caracter salin și cu textură medie spre grosieră.

O suprafață de 4857 ha sunt ocupate de terenuri situate în lunci sau deltă, în zone cu salinizare dominantă de tip cloruro-sulfatic, apa freatică fiind situată la adâncimi între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare între 1.5 și 2.0 g/l, pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic și cu textură medie.

Ultimile 5810 ha sunt ocupate de terenuri situate pe litoral, în zone cu salinizare dominantă de tip cloruric, apa freatică fiind situată la adâncimi între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare între 1.5 și 2.0 g/l, pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic și cu textură medie.

### Spațiul hidrografic Dunăre

În acest spațiu hidrografic, totalul terenurilor moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 19963 ha (figura 47). Din totalul terenurilor moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de

salinizare, 3995 *ha* sunt ocupate de terenuri situate în lunci sau deltă, în zone cu salinizare dominantă de tip variat, apa freatică fiind situată la adâncimi între 1 și 2 m, pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu caracter dominant sodic și subsidiar salin și cu textură fină, pe 1809 *ha* – apa freatică având un grad de salinizare sub 1.5 g/l, iar pe 2186 *ha* – gradul de salinizare fiind între 1.5 și 2.0 g/l.

Alte 10425 *ha* sunt ocupate de terenuri situate în lunci sau deltă, în zone cu salinizare dominantă de tip variat, apa freatică fiind situată la adâncimi între 1 și 2 m, pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic și cu textură fină, pe 4154 *ha* – apa freatică având un grad de salinizare sub 1.5 g/l, pe 1494 *ha* – gradul de salinizare fiind între 1.5 și 2.0 g/l, pe 4777 *ha* – gradul de salinizare fiind mai mare de 2.0 g/l.

O altă suprafață de 5543 *ha* este ocupată de terenuri situate pe litoral, în zone cu salinizare dominantă de tip variat, în zone cu apa freatică fiind situată la adâncimi între 2 și 3 m, gradul de salinizare fiind între 1.5 și 2.0 g/l, pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic și cu textură medie.

Terenurile puternic afectate de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări intensive pentru recuperarea terenurilor (dar în general neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice, cu excepția culturii orezului) ocupă un total de 31396 *ha*. Acestea sunt situate pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1).

Din totalul terenurilor puternic afectate de salinizare, 4998 *ha* sunt ocupate de terenuri situate pe litoral, în zone cu salinizare dominantă de tip cloruric, apa freatică fiind situată la adâncimi între 0.5 și 1 m, cu un grad de salinizare de peste 2.0 g/l, pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu caracter dominant salin și cu textură medie spre grosieră.

Alte 8133 *ha* sunt ocupate de terenuri situate în lunci sau deltă, în zone cu salinizare dominantă de tip cloruric, apa freatică fiind situată la adâncimi între 0.5 și 1 m, cu un grad de salinizare mai mare decât 2.0 g/l, pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu caracter salin și cu textură nisipoasă.

O suprafață de 8291 *ha* sunt ocupate de terenuri situate pe litoral, în zone cu salinizare dominantă de tip cloruric, apa freatică fiind situată la adâncimi între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare mai mare decât 2.0 g/l, pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic și cu textură medie.

Ultimile 9974 *ha* sunt ocupate de terenuri situate pe câmpii și terase, în zone cu salinizare dominantă de tip variat, apa freatică fiind situată la adâncimi între 1 și 2 m, cu un grad de

salinizare mai mare de 2.0 g/l, pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic și cu textură medie.

## SPATIUL HIDROGRAFIC DUNARE

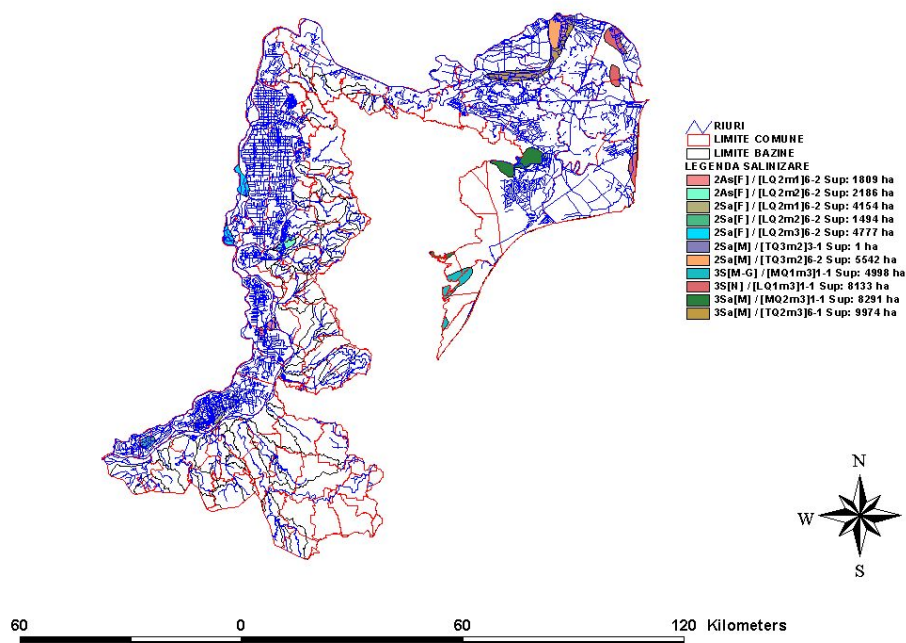


Figura 47 : Spațiul hidrografic Dunăre

### Concluzii privind estimările riscului la salinizare

- cele mai mari suprafețe cu salsodisoluri se întâlnesc în lunci neinundabile, terase joase și în sectoarele cele mai coborâte din câmpiile acumulative, slab fragmentate și slab drenate din cuprinsul zonei de stepă și antestepă (Câmpia joasă a Tisei, Câmpia Română de N-E).
- solurile saline și alcalice denumite cu termenul general de “sărături” fac parte din clasa salsodisoluri și sunt soluri a căror fertilitate este puternic afectată de conținutul mare de săruri solubile pe profil, de prezența natriului schimbabil în complexul coloidal al solului și de prezența apelor freatice mineralizate situate la adâncime mică.
- în România, solurile saline sunt identificate în 29 din cele 41 de județe ale țării. Suprafața totală a acestor soluri este de 614000 ha.
- pentru a descrie zonele afectate de procese de sărăturare, și pentru a le identifica spațial pe bazinele hidrografice ale țării noastre, a fost dezvoltată în cadrul acestei etape, o metodologie specifică; au fost utilizate facilitățile GIS furnizate de ArcView pentru realizarea intersecției dintre limitele spațiilor hidrografice și harta de soluri, 1:200000, dezvoltată în cadrul Sistemului Informatic Geografic de Soluri și Terenuri al INCDPAPM, sistem numit SIGSTAR-ICPA.

- rezultatele obținute în urma aplicării metodologiei au constatat în hărți georeferențiate pentru fiecare spațiu hidrografic al țării noastre (Someș-Tisa, Crișuri, Mureș, Banat, Jiu, Olt, Argeș-Vedea, Buzău-Ialomița, Siret, Prut-Bârlad, Dobrogea-Litoral, Dunăre), în care este prezentată intensitatea salinizării:

- în spațiul hidrografic Someș-Tisa, totalul terenurilor slab afectate sau cu risc scăzut de salinizare, care necesită măsuri simple și unele lucrări de prevenire a salinizării, este de 40128ha; terenurile moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 54282 ha.

- în spațiul hidrografic al Crișurilor, totalul terenurilor cu risc scăzut de salinizare, care necesită măsuri simple și unele lucrări de prevenire a salinizării, este de 158445 ha. Terenurile moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 19410 ha.

- în spațiul hidrografic Banat, totalul terenurilor moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 29853 ha. Terenurile puternic afectate de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări intensive pentru recuperarea terenurilor (dar în general neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice, cu excepția culturii orezului) ocupă un total de 37311 ha.

- în spațiul hidrografic Mureș, totalul terenurilor slab afectate sau cu risc scăzut de salinizare, care necesită măsuri simple și unele lucrări de prevenire a salinizării, este de 57303 ha. Terenurile moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 7678 ha. Terenurile puternic afectate de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări intensive pentru recuperarea terenurilor (dar în general neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice, cu excepția culturii orezului) ocupă un total de 4280 ha.

- în spațiul hidrografic Jiu, totalul terenurilor slab afectate sau cu risc scăzut de salinizare, care necesită măsuri simple și unele lucrări de prevenire a salinizării, este de 101619 ha. Terenurile moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață de 6168 ha. Terenurile puternic afectate de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări intensive pentru recuperarea terenurilor

(dar în general neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice, cu excepția culturii orezului) ocupă un total de 36973 ha.

- în spațiul hidrografic Olt, totalul terenurilor slab afectate sau cu risc scăzut de salinizare, care necesită măsuri simple și unele lucrări de prevenire a salinizării, este de 172731 ha. Terenurile puternic afectate de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări intensive pentru recuperarea terenurilor (în general neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice, cu excepția culturii orezului) ocupă un total de 13642 ha.

- în spațiul hidrografic Argeș-Vedea, totalul terenurilor slab afectate sau cu risc scăzut de salinizare, care necesită măsuri simple și unele lucrări de prevenire a salinizării, este de 176307ha. Terenurile moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 23567 ha. Terenurile puternic afectate de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări intensive pentru recuperarea terenurilor (dar în general neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice, cu excepția culturii orezului) ocupă un total de 11342 ha.

- în spațiul hidrografic Buzău – Ialomița, totalul terenurilor slab afectate sau cu risc scăzut de salinizare, care necesită măsuri simple și unele lucrări de prevenire a salinizării, este de 88360 ha. Terenurile moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 51020 ha. Terenurile puternic afectate de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări intensive pentru recuperarea terenurilor (neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice), ocupă un total de 103257 ha.

- în spațiul hidrografic Siret, totalul terenurilor moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 12676 ha. Terenurile puternic afectate de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări intensive pentru recuperarea terenurilor (dar în general neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice) ocupă un total de 10032 ha.

- în spațiul hidrografic Prut, totalul terenurilor moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 139278 ha. Terenurile puternic afectate de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și

lucrări intensive pentru recuperarea terenurilor (dar în general neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice) ocupă un total de 68426 ha.

- în *spațiul hidrografic Dobrogea-Litoral*, totalul terenurilor moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă în total 4330 ha. Terenurile puternic afectate de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări intensive pentru recuperarea terenurilor (dar în general neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice) ocupă un total de 22406 ha.

- în *spațiul hidrografic Dunăre*, totalul terenurilor moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 19963 ha. Terenurile puternic afectate de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări intensive pentru recuperarea terenurilor (dar în general neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice) ocupă un total de 31396 ha.

#### **3.1.4. Harta riscului de degradare agrofizica a solului**

În fază finală a proiectului, s-a realizat harta riscului de degradare agrofizica a solului, prin suprapunerea rezultatelor obținute în ceea ce privește estimarea riscului de apariție a celor trei procese de degradare analizate (compactare, eroziune, salinizare).

Harta riscului la degradare agrofizică a solului la nivelul țării noastre a fost elaborată utilizând metodologia MEDALUS dezvoltată pentru agregarea într-un indice sintetic (ESAI) a proceselor care contribuie la vulnerabilitatea mediului față de procesele de desertificare.

Procesele de degradare fizică luate în considerare sunt cele analizate în fazele anterioare ale proiectului: eroziunea prin apă, compactarea și salinizarea/alcalizarea.

Pentru fiecare proces de degradare fizică a fost evaluat un parametru care să exprime cantitativ intensitatea procesului considerat. Valorile parametrilor astfel calculați au fost încadrate în clase, fiecărei clase fiindu-i asociată o valoare numerică în intervalul 1 (absența degradării) – 2: degradare foarte puternică. Valorile numerice asociate fiecărui tip de proces de degradare fizică au fost apoi mediate utilizând media geometrică.

Pentru evaluarea parametrilor asociați proceselor de degradare fizică au fost utilizate modele de simulare (SIDASS- compactare, WEPP- eroziune) sau informații din studii pedologice (salinizare/alcalizare).

Evaluările au fost efectuate utilizând harta digitală a solurilor la scara 1:200.000.

Procesul de degradare fizică prin compactare este evaluat prin intermediul a doi parametri:

- raportul dintre presiunea la suprafața solului (exercitată de utilajele agricole standard corespunzătoare agriculturii convenționale) și stresul de precompresie;
- potențialul matricial al apei din sol corespunzător lucrabilității optime.

În tabelul 7 este prezentat modul în care este asociată o “pondere privind degradarea solului” pentru raportul dintre presiunea la suprafața solului și încărcarea de precompresie:

Tabelul 7: Ponderea privind degradarea solului asociată raportului: presiune la suprafața solului/încărcarea de precompresie

| <b>Raportul dintre presiunea la suprafața solului și stresul de precompresie</b> | <b>Clasificare</b>                | <b>Pondere (P1)</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| <b>&gt; 1,5</b>                                                                  | Foarte stabil, deformare elastica | 1                   |
| <b>1,5 – 1,2</b>                                                                 | Stabil                            | 1.2                 |
| <b>1,2 – 0,8</b>                                                                 | Instabil                          | 1.6                 |
| <b>&lt; 0,8</b>                                                                  | Instabil, deformari plastice      | 2                   |

Ponderea asociată valorilor potențialului matricial corespunzătoare optimului lucrabilității este prezentată în tabelul 8:

Tabelul 8: Ponderea asociată potențialului matricial corespunzător optimului lucrabilității

| <b>Potențial matricial (pf)</b> | <b>Pondere (P2)</b> |
|---------------------------------|---------------------|
| <b>&gt;2,5</b>                  | 1                   |
| <b>2,0-2,5</b>                  | 1,2                 |
| <b>1,5-2,0</b>                  | 1,6                 |
| <b>&lt;1,5</b>                  | 2                   |

Ponderea privind vulnerabilitatea la compactare este obținută prin medierea geometrică a ponderilor asociate celor doi parametri:

$$P_c = (P_1 * P_2)^{0,5}$$

Riscul pentru eroziune se calculează în funcție de valoarea cantității materialului erodat prin precipitații evaluată pentru fiecare unitate cartografică de sol din harta 1:200.000 utilizând modelul WEPP. Ponderile asociate valorilor calculate ale pierderilor de sol prin eroziune hidrică sunt prezentate în tabelul 9:

Tabelul 9: Ponderile asociate pierderilor de sol prin eroziune hidrică

| Pierderi de sol (t-ha/an) | Clasa eroziune | Pondere (Pe) |
|---------------------------|----------------|--------------|
| <1                        | Absent         | 1            |
| 2-8                       | Mica           | 1.2          |
| 9-16                      | Moderata       | 1.5          |
| 17-30                     | Mare           | 1.8          |
| >30                       | Foarte mare    | 2            |

Intensitatea salinizării/alcalizării interpretată în funcție de asociațiile de sol incluse în harta 1:200.000 este transpusă în ponderi conform tabelului 10:

Tabelul 10: Intensitatea salinizării în funcție de asociațiile de sol din harta 1:200000

| Clasa                     | Pondere (Ps) |
|---------------------------|--------------|
| nesalinizat               | 1            |
| Slab salinizat            | 1.2          |
| Moderat salinizat         | 1.4          |
| Puternic salinizat        | 1.8          |
| Foarte puternic salinizat | 2            |

Ponderea asociată vulnerabilității degradării fizice a solurilor se obține prin media geometrică a ponderilor asociate proceselor de compactare, eroziune, salinizare/alcalizare:

$$P = (P_c * P_e * P_s)^{1/3}$$

Valorile acestei ponderi se încadrează în trei clase (potențial, fragil, critic) definite conform legendei propuse de metodologia MEDALUS:

- Potențial: reprezintă suprafețe care nu prezintă vulnerabilitate față de procesele de degradare fizică a solurilor;
- Fragil: suprafețe foarte sensibile la procesele de degradare fizică în urma interacțiunii dintre procesele antropice (lucrările solului) și cele naturale (creșterea evenimentelor climatice extreme). Aceste suprafețe pot fi afectate de procese de degradare agrofizică puternică dacă sunt efectuate mici modificări în tehnologiile de lucrare a solului (creșterea presiunii utilajelor agricole la suprafața solului) sau ale utilizării terenurilor;
- Critic: suprafețe deja afectate de degradare fizică a solurilor;

În figura următoare sunt prezentate valorile indicatorului estimat pentru riscul la degradare agrofizică evaluat pentru suprafețe cu folosință agricolă.

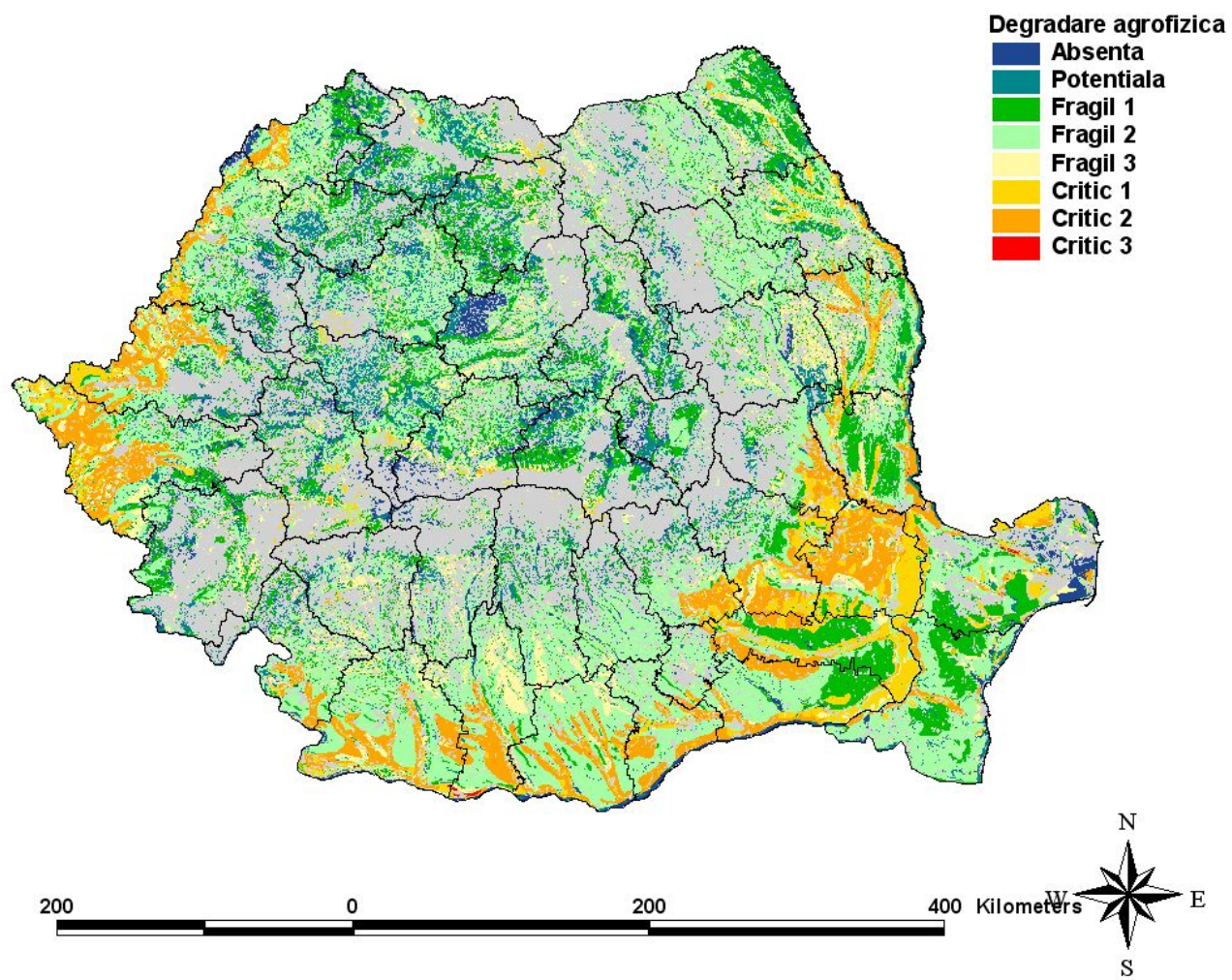


Figura 48: Valorile indicatorului estimat pentru riscul la degradare agrofizică evaluat pentru suprafețe cu folosință agricolă

## Concluzii

Analiza comparativă a metodologiilor utilizate pentru estimarea riscului la eroziune a pus în evidență că din punct de vedere al robusteții, flexibilității și acceptabilității abordările deterministe, bazate pe modele fizice au obținut notele cele mai mari. În partea opusă a spectrului se regăsesc abordările de tip expert, care au obținut note mici în ceea ce privește robustețea și acceptabilitatea. Deși multe metodologii afișează rezultate în unități de măsură similare, acestea sunt departe de a fi transferabile și aplicând modalități de estimare a riscului diferite în același areal, rezultatele obținute sunt diferite.

În cazul salinizării, în urma analizelor comparative efectuate a rezultat faptul că în general metodologiile puse în practică de diferite comunități științifice prezintă multe similitudini, ținând cont de metodă, tehnicile utilizate și estimările rezultate în urma aplicațiilor efectuate, nu sunt însă, detaliat prezentate în chestionare. Metodologiile de estimare a riscului la salinizare analizate din literatura de specialitate se bazează pe aceleași principii. În general metodologiile respective utilizează ca indicator de evaluare gradul de salinizare din Îndrumătorul nr. 69, Richards, 1954, prin urmare sunt utilizate aceleași limite. Tehnicile utilizate în general în aceste metodologiile prezentate în chestionare sunt de fapt observații de câmp și analize de laborator. Din acest punct de vedere indicatorii luați în considerare în metodologiile regăsite în literatură pot fi implementați în metodologiile prezentate în chestionare și deja aplicate.

În ceea ce privește riscul la compactare a solurilor, în general, metodologiile utilizate se bazează pe abordări deterministe (modele fizice). Caracterul determinist al acestor metodologii le face să fie utilizate cu ușurință în aplicațiile SIG, din acest punct de vedere, armonizarea acestor metodologii la nivel european nu va fi dificilă. O problemă majoră însă, constă în faptul că nici una din metodologii nu este validată.

Prin urmare sunt multe probleme legate de stabilirea unei metodologii armonizată și standardizată de estimare a unui risc, care să ofere estimări realiste, în acord cu condițiile specifice locale și comparabile, astfel încât să existe o imagine reală a unei astfel de „amenințări” a solului la scară foarte largă (europeană).

### Concluzii și recomandări privind utilizarea metodologiei ENVASSO pentru estimarea riscului la apariția procesului de degradare agrofizică prin compactare a solurilor

Valorile obținute pentru cei trei indicatori de caracterizare a vulnerabilității solurilor la apariția compactării prin utilizarea procedeeului propus în Manualul de Proceduri și Protocoale ENVASSO sunt consistente și arată că solurile din țara noastră sunt afectate de compactare,

analizând valorile scăzute ale volumului porilor umpluți cu aer/indicator CP02) și au o vulnerabilitate moderată la apariția acestui proces luând în considerare indicatorul CP06.

Metodele propuse de Manualul de Proceduri și Protocoale ENVASSO descrise detaliat și pot fi aplicate pentru un interval larg de date existente.

Metodele indirecte propuse sunt în acord cu datele măsurate (directe) sau cu alte procedee indirecte mai complexe. Procedeul de calcul pentru indicatorul CP06 – Vulnerabilitate la compactare a solului va trebui verificat ulterior sau adaptat regiunilor cu condiții climatice uscate (arealele cu climat mediteranean).

Este necesar un sistem de clasificare bazat pe textura solului pentru indicatorul CP02 – Volumul porilor umpluți cu aer.

Utilizând un mod adecvat de definire a valorilor de bază pentru densitatea de împachetare, indicatorul CP01 va putea fi utilizat pentru estimarea vulnerabilității la apariția compactării (pe o scară de la 0 – necompactat la 1 – compactare maximă posibilă).

#### *Concluzii privind analiza comparativă a celor două metodologii aplicate pentru estimarea riscului la eroziune la nivelul țării noastre*

În condițiile specifice țării noastre, pentru estimarea riscului la degradare prin eroziune au fost selectate și aplicate modelele fizice SIDASS (WEPP) și PESERA, care au utilizat baze de date la două scări diferite pentru categoriile de pantă (grid la 100 m și la 1 km) și diferite sisteme de clasificare a „intensității pierderilor de sol”, iar rezultatele obținute pun în evidență următoarele:

- modificarea scării datelor de intrare corespunzătoare pantei a determinat diferențierea rezultatelor obținute aplicând cele două modele; suprafețele cu risc la eroziune au fost mai mari în situațiile în care bazele de date de intrare au fost mai detaliate, corespunzător ambelor metodologii utilizate; în cazul modelului WEPP estimările au pus în evidență suprafețe mai mari cu risc la apariția eroziunii;
- estimările realizate prin aplicarea celor două modele prezintă diferențe mai mici în ceea ce privește mărimea suprafețelor cu risc la diferite grade de eroziune, dacă modelele au utilizat date de intrare mai detaliate;
- aplicarea celor două metodologii la nivel de județ au determinat diferențierea rezultatelor obținute în ceea ce privește estimarea suprafețelor cu risc la o intensitate a eroziunii de  $2-10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$  pierderi de sol, în majoritatea județelor analizate: în *Harghita, Bistrița-Năsăud, Brașov, Caraș-Severin și Sibiu*, modelul PESERA

subestimează suprafețele cu risc la eroziune, iar rezoluția datelor de intrare, în cazul nici uneia dintre metodologii, nu determină diferențieri între rezultatele simulărilor efectuate; în *Bihor*, *Satu-Mare*, *Covasna*, *Maramureș*, estimările realizate cu modelul PESERA arată că, nu există suprafețe cu risc la eroziune, deși, aplicând simulările WEPP, rezultatele obținute pun în evidență prezența acestui proces de degradare și apar în cadrul ambelor metodologii diferențieri datorate rezoluției datelor de intrare; în *Arad* modelul PESERA supraestimează suprafețele cu risc la eroziune în comparație cu modelul WEPP. În județul *Mureș*, aplicarea metodologiei WEPP în care au fost utilizate date pentru pantă într-un grid de 100 m a determinat estimarea celor mai mici suprafețe cu risc la eroziune;

- utilizarea unor limite diferite la clasele de eroziune (pierderi de sol – t/ha/an) determină diferențe între estimările realizate cu cele două modele WEPP și PESERA;
- trecerea de la clasele de 0 – 1, 1 – 10 la 0 – 2, 2 – 10 t/ha/an a diferențiat semnificativ estimările realizate cu cele două metodologii.

#### Concluzii privind estimările riscului la salinizare

- cele mai mari suprafețe cu salsodisoluri se întâlnesc în lunci neinundabile, terase joase și în sectoarele cele mai coborâte din câmpiile acumulative, slab fragmentate și slab drenate din cuprinsul zonei de stepă și antestepă (Câmpia joasă a Tisei, Câmpia Română de N-E).
- solurile saline și alcalice denumite cu termenul general de “sărături” fac parte din clasa salsodisoluri și sunt soluri a căror fertilitate este puternic afectată de conținutul mare de săruri solubile pe profil, de prezența natriului schimbabil în complexul coloidal al solului și de prezența apelor freatice mineralizate situate la adâncime mică.
- în România, solurile saline sunt identificate în 29 din cele 41 de județe ale țării. Suprafața totală a acestor soluri este de 614000 ha.
- pentru a descrie zonele afectate de procese de sărăturare, și pentru a le identifica spațial pe bazinele hidrografice ale țării noastre, a fost dezvoltată în cadrul acestei etape, o metodologie specifică; au fost utilizate facilitățile GIS furnizate de ArcView pentru realizarea intersecției dintre limitele spațiilor hidrografice și harta de soluri, 1:200000, dezvoltată în cadrul Sistemului Informatic Geografic de Soluri și Terenuri al INCDPAPM, sistem numit SIGSTAR-ICPA.
- rezultatele obținute în urma aplicării metodologiei au constatat în hărți georeferențiate pentru fiecare spațiu hidrografic al țării noastre (Someș-Tisa, Crișuri, Mureș, Banat, Jiu,

Olt, Argeș-Vedea, Buzău-Ialomița, Siret, Prut-Bârlad, Dobrogea-Litoral, Dunăre), în care este prezentată intensitatea salinizării:

- în spațiul hidrografic Someș-Tisa, totalul terenurilor slab afectate sau cu risc scăzut de salinizare, care necesită măsuri simple și unele lucrări de prevenire a salinizării, este de 40128ha; terenurile moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 54282 ha.

- în spațiul hidrografic al Crișurilor, totalul terenurilor cu risc scăzut de salinizare, care necesită măsuri simple și unele lucrări de prevenire a salinizării, este de 158445 ha. Terenurile moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 19410 ha.

- în spațiul hidrografic Banat, totalul terenurilor moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 29853 ha. Terenurile puternic afectate de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări intensive pentru recuperarea terenurilor (dar în general neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice, cu excepția culturii orezului) ocupă un total de 37311 ha.

- în spațiul hidrografic Mureș, totalul terenurilor slab afectate sau cu risc scăzut de salinizare, care necesită măsuri simple și unele lucrări de prevenire a salinizării, este de 57303 ha. Terenurile moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 7678 ha. Terenurile puternic afectate de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări intensive pentru recuperarea terenurilor (dar în general neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice, cu excepția culturii orezului) ocupă un total de 4280 ha.

- în spațiul hidrografic Jiu, totalul terenurilor slab afectate sau cu risc scăzut de salinizare, care necesită măsuri simple și unele lucrări de prevenire a salinizării, este de 101619 ha. Terenurile moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață de 6168 ha. Terenurile puternic afectate de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări intensive pentru recuperarea terenurilor (dar în general neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice, cu excepția culturii orezului) ocupă un total de 36973 ha.

- în spațiul hidrografic Olt, totalul terenurilor slab afectate sau cu risc scăzut de salinizare, care necesită măsuri simple și unele lucrări de prevenire a salinizării, este de 172731 ha. Terenurile puternic afectate de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări intensive pentru recuperarea terenurilor (în general neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice, cu excepția culturii orezului) ocupă un total de 13642 ha.

- în spațiul hidrografic Argeș-Vedea, totalul terenurilor slab afectate sau cu risc scăzut de salinizare, care necesită măsuri simple și unele lucrări de prevenire a salinizării, este de 176307ha. Terenurile moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 23567 ha. Terenurile puternic afectate de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări intensive pentru recuperarea terenurilor (dar în general neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice, cu excepția culturii orezului) ocupă un total de 11342 ha.

- în spațiul hidrografic Buzău – Ialomița, totalul terenurilor slab afectate sau cu risc scăzut de salinizare, care necesită măsuri simple și unele lucrări de prevenire a salinizării, este de 88360 ha. Terenurile moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 51020 ha. Terenurile puternic afectate de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări intensive pentru recuperarea terenurilor (neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice), ocupă un total de 103257 ha.

- în spațiul hidrografic Siret, totalul terenurilor moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 12676 ha. Terenurile puternic afectate de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări intensive pentru recuperarea terenurilor (dar în general neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice) ocupă un total de 10032 ha.

- în spațiul hidrografic Prut, totalul terenurilor moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 139278 ha. Terenurile puternic afectate de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări intensive pentru recuperarea terenurilor (dar în general neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice) ocupă un total de 68426 ha.

- în spațiul hidrografic Dobrogea-Litoral, totalul terenurilor moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă în total 4330 ha. Terenurile puternic afectate de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări intensive pentru recuperarea terenurilor (dar în general neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice) ocupă un total de 22406 ha.

- în spațiul hidrografic Dunăre, totalul terenurilor moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 19963 ha. Terenurile puternic afectate de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări intensive pentru recuperarea terenurilor (dar în general neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice) ocupă un total de 31396 ha.

Valorile indicatorului estimat pentru riscul la degradare agrofizică evaluat pentru suprafețe cu folosință agricolă au pus în evidență prezența unor areale extinse foarte sensibile la procesele de degradare fizică în urma interacțiunii dintre procesele antropice (lucrările solului) și cele naturale (creșterea evenimentelor climatice extreme). Aceste suprafețe pot fi afectate de procese de degradare agrofizică puternică, dacă sunt efectuate mici modificări în tehnologiile de lucrare a solului (creșterea presiunii utilajelor agricole la suprafața solului) sau ale utilizării terenurilor. Suprafețele deja afectate de degradare fizică sunt localizate, în general, în vestul sudul extrem și sud-estul țării.

### **Bibliografie**

1. Van-Camp,Bujarrabal,B.,Gentile,A.R.,Jones,R.J.A.,Montanarella,L.,Olazabal,C. and Selvaradjou,S-K.(2004b) .Reports of the Technical Working Groups established under Thematic Strategy for Soil Protection.Volume II Erosion .EUR 21319 EN/2.Office for Official Publication of the European Communities ,Luxembourg, p.127-309.
2. Jones ,Robert J.A.,Yves Le Bissonnais, Paolo Bazzoffi,Juan Sanchez Diaz, Olas Düwel,Giosue Loj, Lillian Øygarden,Volker Prasuhn,Bengt Rydell,Peter Strauss ,Judit Berenyi Uveges,Liesbeth Vandekerckhove,Yavor Yordanov.(2004). Nature and Extent of Soil Erosion in Europe.Soil Thematic Strategy ,Technical Working Group on Soil Erosion, task 2 Final Report ,p.145-185.In (1)
3. CORINE Land Cover data at 100m resolution ,for 1988-92 and 2000.
4. Hiederer, R. (2001).European Catchment Information System for Agri-Environmental Issues.In: Proceedings of EuroConference 'Link GEO and Water Research'. Genoa, Italy, 7-0 February 2002.(<http://www.gisig.it/eco-geowater>; last accessed:21.12.2004).
5. Gallego,J. (ed). (2002).Building Agro-Environmental Indicators : Focussing on the European area frame survey LUCAS .EUR 20521 EN,176 pp.Office for the Official Publications of the European Communities ,Luxembourg.

6. Vam Ranst, E. Vanmechelen, L. and Groenemans, R. (1998). Elaboration of a European forest soil database to monitor atmospheric pollution. In: Land Information Systems: Developments for planning the sustainable use of land resource. H.J. Heineke, W. Eckelmann, A.J. Thomasson, R.J.A. Jones, L. Montanarella and B. Buckley (eds). European Soil Bureau Research Report No.4. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. EUR. 17729 EN, 51-67.
7. King, D., Daroussin, J. and Tavernier, R. (1994). Development of soil geographical database from the soil map of the European Communities. *Catena* 21:37-26.
8. Heineke, H.J., Eckelmann, W., Thomasson, A.J., Jones, R.J.A., Montanarella, L. and Buckley, B. (eds). (1998). Land Information Systems: Developments for Planning the Sustainable Use of Land Resources. European Soil Bureau Research Report No.4, EUR 17729 EN, 545 pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
9. European Commission (EC) (2002). Communication of 16 April 2002 from the Commission to the Council, the European Parliament, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: Towards a Thematic Strategy for Soil Protection COM (2002) 179 Final.  
(<http://europa.eu.int/scadplus/press/en/lvb/128122.htm> ; last accessed : 11.11.2004).
10. Van-Camp, L., Bujarrabal, B., Gentile A.R., Jones, R.J.A., Montanarella, L., Olazabal, C. and Selvaradjou, S-K. (2004e). Reports of the Technical Working Groups established under the Thematic Strategy for Soil Protection. Volume V Monitoring. EUR 21319 EN/5, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, p.653-718.
11. Le Bissonnais, Y. (1996). Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility: I. Theory and methodology. *European Journal of Soil Science*, 47, 425-437.
12. Le Bissonnais, Y., Jamagne, M., Lambert, J.-J., Le BAS, C., Daroussin, J., King, D., Cerdan, O., Léonard, J.-L.-M. and Jones, R.J.A. (2005). Pan-European soil crusting and erodibility assessment from the European Soil Geographical Database using oedotransfer rules. *Advances in Environmental Monitoring and Modelling* 2(1):1-15.
13. Morgan, R.P.C. (2005). Soil erosion and conservation. Blackwell.
14. Gobin, A., Govers, G., Jones, R.J.A., Kirkby, M.J. and Kosmas, C. (2002). Assessment and reporting on soil erosion : Backgrounds and Workshop report, EEA Technical Report No.84.131 pp. Copenhagen.
15. Kværnø, S. and Øygarden, L. (2001). International Symposium on Snowmelt Erosion and related Problems. 28-30 March, Oslo, Norway. Abstract book. 49 p. Jordforsk report.41/01. ISBN; 82-7467-394-8.
16. Borselli, L., Pellegrini, S., Torri, D., Bazzoffi, P. (2002). Tillage erosion and land leveling : evidences in Tuscany (Italy). Proceedings of the third International Conference "Man and Soil at the Third Millennium". J.L. Rubio, R.P.C. Morgan, S. Asins, V. Andreu (eds). Geoforma Ediciones Logroño. p.1341-1350.
17. Warren, A. (ed). (2002). Wind erosion on agricultural land in Europe. EUR 20370 EN, 76 pp. Office for the Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
18. Riksen, M., Arrue, J.L. AND Lopez, M.V. (2002). What to do about wind erosion. In : Wind erosion on agricultural land in Europe. A. Warren (ed.), EUR 20370 EN, P. 39-52. Office for the Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
19. Bullock, P. & Montanarella, L. (2005). Soil Information : uses and need in Europe. In : Soil Resources of Europe, second edition. R.J.A. Jones, B. Houšková, P. Bullock and

- L.Montanarella (eds). European Soil Bureau Research Report No.9, EUR 20559 EN ,(2005), p.404. Office for Official Publications of the European Communities ,Luxembourg.
20. Wischmeir ,W.H. and Smith ,D.D. (1978). Predicting rainfall erosion losses-a guide for conversation planning .U.S.Department of Agriculture, Agriculture Handbook 537.
  21. Renard, K.G., Foster, G.R., Weessies ,G.A., McCool ,D.K., Yoder, D.C. (eds) (1997). Predicting Soil Erosion by Water :A guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE).U.S. Department of Agriculture,Agriculture Handbook 703.
  22. Kirkby ,M.J., Jones , R.J.A., Irvine , B., Gobin ,A, Govers ,G., Cerdan ,O., Van Rompaey ,A.J.J., Le Bissonnais ,Y., Daroussin , J., King ,D., Montanarella ,L., Grimm, M., Vieillefont ,V., Puigdefabregas, J., Boer ,M., Kosmas,C., Yassoglou, N., Tsara ,M.,Mantel, S., Van Lynden ,G.J. and Huting ,J. (2004).Pan-European Soil Erosion Risk Assessment :The PESERA Map, Version 1 October 2003. Explanation of Special Publication Ispra 2004 No.73 (S.P.I.04.73).European Soil Bureau Research Repor No.16, EUR 21176 ,18 pp. and 1 map in ISO B1 format.Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
  23. Morgan et al. , 1998 ,The European Soil Erosion Model (EUROSEM): a dynamic approach for predicting sediment transport from fields and small catchments.Earth Surface Processes and Landforms 23: 527-44.
  24. Morgan ,R.P.C., Morgan , D.D.V., and Finney, H.J.(1984).A predictive model for the assessment of soil erosion risk.Journal of agricultural engineering research 30:245-253.
  25. S.P.I.04.73. (2004).Pan-European Soil Erosion Risk Assessmen: The PESERA Map, Version 1 October 2003. Special Publication Ispra 2004 No.73, map in ISO B1 format. European Communities.
  26. Lundekvam ,H.,Søien ,S.,(1998). Soil erosion in Norway. An overview of measurements from soil loss plots.Soil Use Management.14:84-89.
  27. Van Rompaey ,A.J.J., Vieillefont ,V., Jones ,R.J.A., Montanarella , L., Verstraeten G., Bazzoffi, P., Dostal, T., Krasa , J., De Vente ,J., and Poesen , J. (2003).Validation of soil erosion estimates at European scale. Office for Official Publications of the European Communities ,Luxembourg.EUR 20827 EN ,26 pp.
  28. Cerdan ,O,Gobin, A. & Govers ,G. (2003). Deliverable 16 : Database on long-term soil erosion measurements. PESERA contract QLKS-CT-1999-01323 –see <http://pesera.jrc.ir/> document 8 (last accessed 12/06/2005) and on CD : Nature and Extent of Soil Erosion in Europe EUR 20972 EN.
  29. Sánchez ,J.; Recatalá, L.; Colomer, J.C. and Añó, c.(2001) Assessment of soil erosion at national level: a comparative analysis for Spain using several existing maps. In :Ecosystems and Sustainable Development III .Y. Villacampa, C.A. Brevia and J.L. Usó (eds). Advances in Ecological Sciences 10:249-258. WITT Press, Southampton.
  30. Birnie, R.V.(1993). Erosion rates on bare peat in Shetland. Scottish Geographical Magazine 109:12-17.
  31. Hennings ,V., (2003). Erosionsgefährdung ackerbaulich genutzter Böden durch Wasser (Karte im Maßstab 1:2, 750,000). In : Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland ,Bd. 2 : Relief, Boden und Wasser. Inst. Für Länderkunde (Hrsg.). Spektrum. Akademischer Verlag. Heidelberg-Berlin.

32. Schaud ,D. and V.Prasuhn (1998). A soil erosion map of Switzerland as a planning tool for sustainable land use.In Towards Sustainable Land Use –Furthering Cooperation Between People and Institutions (Blume ,H.-P., Eger, H., Fleschhauer, E. , Hbel, A., Reij, C. and K.G. Steiner eds.), Advances in GeoEcology 31:161-168.
33. Landscape Atlas of the Slovak Republik.(2002).1 Edition. Bratislava : Ministy of Environment of the Slovak Republic. Banska Bystrica :Slovak Environmental Agency 2002,34 pp. ISBN 80-88833-27-2.
34. Jones , R.J.A. and Montanarella , L. (2001) End-user involvement. PESERA ( contract QLKS-CT-1999-01323) Second Annuan Report p. 109-110 , see <http://pesera.jrc.ir/document 11> (last accessed 12/06/2005) and on CD : Nature and Extent of Soil Erosion in Europ EUR 20972 EN.
35. Bellino , F. and G.Várallya (2004). Task Group 4 on Salinization.In : Van-Camp. L., Bujarrabal ,B., Gentile,A-R., Jones,R.J.A., Montanarella ,L., Olazabal, C. and Selvaradjou, S-K.(2004). Reports of the Technical Working Groups Established under the Thematic Strategy for Soil Protection. EUR 21319 EN/6 , 872 pp. Office for Official Publications of the European Communities , Luxembourg. P. 767-769.
36. Commission of the European Communities (2002) . Towards a Thematic Strategy for Soil Protection. Commucation for the Commission to the Council , the European Parliament , the Economic and Social Ciommitte and the Committee of the Regions. Brussels . 16.4.2002. COM(2002) 179 final.
37. Interantional Source Book on Irrigation and Drainage of Arid Lands in Relation to Salinity and Alkalintiy. FAO-UNESCO, (1967), 644 pp.
38. Kovda , V.A. and I. Szabolcs (eds.) (1979). Modelling of Soil Salinization and Alkalization. Agrokemia es Talajtan. Suppl. 208 pp.
39. FAO .'Problem Soils Database'. FAO Land and Water Development Division .Rome. <http://www.fao.org/landandwater/agll/prosoil.htm> .
40. Salinity as a factor for agricultural productivity in the Mediterranean Region.Proc . Trans-National Metting ,Naples ,INRC-ONR-CIHEAM Publ.Napoli.
41. Szabolcs, I.(ed) (1971) .European Solonetz Soil and their Reclamation. Akadémiai Kiadó . Budapest .204 pp. (Including a detailed bibliography of salt-affected soils in Europe ,prepared by G. Várallyay, 40 pp.).
42. Szabolcs ,I. (1974).Salt-Affected Soils in Europe .Martinus Nijhoff-The Hague and RISSAC-Budapest. 63 pp. +1:1,000,000 scale Map of Salt Affected Soils in Europe.
43. Szabolcs ,I. (1979). Review of Research on Salt Affected Soils. UNESCO. Natural Resources Research XV. Paris . 137 pp. (including a detailed bibliography prepared by G. Várallyay , 37 pp.).
44. Szabolcs . I. (1989).Salt Affected Soils .CRC Press .Boca Raton . Florida 274 pp.
45. Várallyay, G. (1974). Hydrophysical aspects of salinization processes from the groundwater .Agrokémia és Talajtan .23. suppl. 29-44.
46. Várallyay ,Gy.(2002).Environmental stress induced by salinity/alkalinity in the Carpathian Basin (Central Europea ). Agrokémia és Talajtan 51 (1-2): 233-242.
47. Várallyay ,Gy. (2005). Soil survey and soil monitoring in Hungary .In :Jones , R.J.A., Houshkova , B., Bullock ,P., Montanarella ,L. (2005). Soil Resources of Europe (2 ed.) EC JRC ,Ispra .420 pp.
48. Alakukku ,L.,P . Weisskopf, W.C.T.Chamen ,F.G.J. Tijink ,J.P. van der Linden ,S.Pires ,C. Sommer and G. Spoor (2003). Prevention strategies for filed traffic-induced subsoil

- compaction : a review . Part. 1 Machine/soil interactions. *Soil and Tillage Research* 73 (1-2): 145-160.
49. Arvidsson , J. and T. Keller (2004). Soil precompression stress I. A survey of Swedish arable soils .*Soil and Tillage Research* 77:85-95.
  50. Boizard , H., G. Richard , J. Roger-Estrade , C. Dürr and J. Boiffin (2002). Cumulative effects of cropping systems on the structure of the tilled layer in northern France. *Soil and Tillage Research* 64: 149-164.
  51. Chamen ,W.C.T., L. Alakukku , S. Pires ,C. Sommer ,G. Spoor , F. Tjink and P. Weisskopf (2003). Prevention strategies for field traffic-induced subsoil compaction : a review. Part 2. Equipment and field practices. *Soil and Tillage Research* 73 (1-2):161-174.
  52. CEC (2002). Communication from the Commission to the Council, the European Parliament , the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Towards a Thematic Strategy for Soil Protection. Commission of the European Communities .35 pp.
  53. Défossez , P. and G. Richard (2002).Compaction of tilled topsoil due to traffic :a review of models tested in field conditions. *Soil and Tillage Research* ,67:41-64.
  54. Horn ,R. and Fleige (2003). A method for assessing the impact of load on mechanical stability and on physical properties of soils. *Soil and Tillage Research* 73(1-2): 89-99.
  55. Imeson , A. ,C. Ritsema and R. Hessel (2004). Research , Sealing and Cross-cutting issues. Task Group 1 on Research for erosion , compaction , floods and landslides . In: Van-Camp , L., B. Bujarrabal, A.-R. Gentile, R.J.A. Jones , L. Montanarella , C. Olazabal and S.-K. Selvaradjou (eds.).Reports of the Technical Working Groups Established under the Thematic Strategy for Soil Protection. Volume VI. Research, Sealing and Cross-cutting issues. EUR 21319 EN/6, 872 p. Official Publications of the European Communities , Luxembourg. P. 723-740.
  56. Jones , R.J.A., G. Spoor and A.J. Thomasson (2003) .Vulnerability of subsoils in Europe to compaction :a preliminary analysis. *Soil and Tillage Research* 73:131-144.
  57. Mulholland , B. and M.A. Fullen (1991). Cattle trampling and soil compaction on loamy sands. *Soil Use and Management* 7(4): 189-193.
  58. Pietola ,L., R. Horn and M. Yli-Halla (2005). Effects of trampling by cattle on the hydraulic and mechanical properties of soil . *Soil and Tillage Research* 82:99-108.
  59. Poodt , M.P., A.J. Koolen and J.P. van der Liden (2003). FEM analysis of subsoil reaction on heavy wheel loads with emphasis on soil preconsolidation stress and cohesion. *Soil and Tillage Research* 73(1-2):67-76.
  60. Rounsevell, M.D.A. and R.J.A. Jones (1993). A soil and agroclimatic model for estimating machinery work-days : the basic model and climatic sensitivity. *Soil and Tillage Research* 26:179-191.
  61. Trautner , A. ,J.J.H. van den Akker , H. Fleige, J. Arvidsson and R. Horn (2003). A subsoil compaction database :its development , structure and content. *Soil and Tillage Research* 73(1-2) :9-13.
  62. Van den Akker, J.J.H. (1997). Construction of a wheel-load bearing capacity map of the Netherlands. Proc. 14 ISTRO conference ,Pulawy ,Poland, 1997. *Bibliotheca Fragmenta Agronomica* Vol 2A/97 :15-18.
  63. Van den Akker, J.J.H. (1999) . Description of the Concerted Action “Experiences with the impact of subsoil compaction on soil ,crop growth and environment and ways to prevent subsoil compaction”. In : Experiences with the impact of subsoil compaction in the

European Community . Report 168, DLO-Staring Centre , Wageningen, The Netherlands ,pp. 8-27.

64. Van den Akker, J.J.H. and A. Canarache (2001). Two European concerted actions on subsoil compaction. *Landnutzung und Landentwicklung* ?Land Use and development Vol. 42(1): 15-22.
65. Van Dijck S.J.E and T.W.J. vanAsch (2002) . Compaction of loamy soils due to tractor traffic in vineyards and orchards and its effect on infiltration in southern France. *Soil and Tillage Research* 63: 141-153.
66. Vossbrink J. and R. Horn (2004) .Modern forestry vehicles and their impact on soil.
67. Wösten , J.H.M., A. Lilly , A. Nemes and C. Le Bas (1998).Using existing soil data derive hydraulic parameters for simulation models in environmental studies and land use planning . SC-DLO Report 156,106 pp. Wageningen , The Netherlands.