

## **CUPRINS**

<b>Obiective.....</b>	<b>2</b>
<b>Rezumat.....</b>	<b>3</b>
<b>1. Activitatea 1.2. Dezvoltarea unei metodologii unitare de evaluare a riscului la degradare agrofizică a solului prin eroziune.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Introducere.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2. Criterii de evaluare.....</b>	<b>6</b>
<b>1.3. Diferențe la nivel regional în ceea ce privește intensitatea eroziunii în areale din     UE.....</b>	<b>8</b>
<b>1.4. Metodologii de estimare a riscului la eroziune.....</b>	<b>9</b>
<b>1.4.1. Inventarul metodologiilor existente de estimare a riscului la eroziune a         solului.....</b>	<b>10</b>
<b>1.4.1.1 Analize de tip expert.....</b>	<b>10</b>
<b>1.4.1.2. Abordări factoriale, indicatori, monitorizarea procesului.....</b>	<b>11</b>
<b>1.4.1.3. Modelare pe bază de proces.....</b>	<b>11</b>
<b>1.4.2. Evaluarea datelor obținute prin aplicarea metodologiilor de estimare a         riscului de apariție a eroziunii prin apă.....</b>	<b>13</b>
<b>1.5. Metodologie de estimare a riscului la eroziune utilizată la nivelul țării noastre.....</b>	<b>14</b>
<b>2. Activitatea 1.3. Elaborarea de chestionare.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1. Chestionare de estimare a vulnerabilității la eroziune.....</b>	<b>17</b>
<b>3. Activitatea 1.4 Elaborare a bazei de date prietenoase.....</b>	<b>21</b>
<b>4. Activitatea 1.5. Evaluarea chestionarelor.....</b>	<b>35</b>
<b>5. Obiectivul 2 - Analiza comparativă a metodologiilor de evaluare a riscului de degradare agrofizică a solului-eroziunea solului.....</b>	<b>39</b>
<b>5. 1. Activitatea 2.2 Studiu comparativ al metodologiilor existente de evaluare a     riscului apariției degradării agrofizice a solului, din punct de vedere practic....</b>	<b>39</b>
<b>5.2. Discuții și concluzii.....</b>	<b>46</b>
<b>5.3. Studiu caz.....</b>	<b>48</b>
<b>6. Concluzii.....</b>	<b>58</b>
<b>7. Bibliografie.....</b>	<b>60</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 (salinizare, scăderea conținutului de materie organică și compactare) sub impactul diferitelor practici agricole, în diferite areale, în contextul aplicării noilor directive europene.

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

**1)** inventarul metodologiilor de evaluare a riscului la apariția degradării prin eroziune; în acest context activitățile desfășurate au fost :

- dezvoltarea unei metodologii unitară de estimare a riscului apariției degradării agrofizice prin eroziune ;
- elaborarea de chestionare ;
- elaborarea unei baze de date prietenoase.

**2)** analiza comparativă a metodologiilor de evaluare a riscului la apariția degradării prin eroziune a solurilor agricole din punct de vedere practic; în acest context activitățile desfășurate au fost :

- studiu comparativ al metodologiilor existente de evaluare a riscului la apariția degradării prin eroziune a solurilor agricole din punct de vedere practic.

## Rezumat

În cadrul etapei au fost adaptate și aplicate două metodologii de estimare a riscului de apariție a degradării prin eroziune a solurilor agricole, în condiții specifice pentru țara noastră: PESERA și SIDASS-WEPP. Au fost utilizate 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” la nivelul datelor obținute în urma rulării celor două modele. Ambele modele sunt cantitative, bazate pe procese fizice.

A fost calculată extinderea spațială (suprafața) a diferitelor clase sau categorii ale “intensității pierderilor de sol” aplicând cele două modele la nivel de județ și țară. După cum am menționat au fost utilizate două scări ale datelor de intrare, pentru categoriile de pantă. Au fost analizate diferențele induse de utilizarea diferitelor clase ale “intensității pierderilor de sol” la nivel de județ și țară. A fost calculată extinderea spațială a terenurilor caracterizate cu “cea mai scăzută” pierdere de sol (« absentă », « fără eroziune » sau « eroziune foarte scăzută »), denumirea acestei clase fiind diferită în funcție de sistemele de clasificare considerate. A fost apoi determinată extinderea spațială a terenurilor cu risc mai ridicat la pierderi de sol, utilizând sistemul de clasificare stabilit de Centeri și Csaszar (2003).

A fost elaborat un chestionar care a avut ca scop inventarierea metodologiilor curente de evaluare a riscului la diferite procese de degradare agrofizică existente la nivelul țărilor europene. Chestionarul a fost conceput astfel încât să ne furnizeze informații privind datele științifice, care stau la baza metodologiilor de estimare a vulnerabilității la eroziune și a fost trimis în mai multe țări, încercându-se o acoperire reprezentativă a Europei. Informațiile au fost apoi adunate într-o bază de date, care va fi utilizată pentru stabilirea criteriilor de armonizare a diferitelor metodologii și stabilirea unei modalități de abordare unitară în acord cu condițiile specifice fiecărui areal la nivel european și cu Directiva de Sol propusă de Comisia Europeană.

În urma analizării chestionarelor returnate s-a realizat o evaluare de ansamblu a metodologiilor utilizate în diferite țări pentru estimarea riscului la eroziune. Metodologiile de estimare a riscului la eroziune au fost analizate din punct de vedere al modului de abordare, al scopului, al instituțiilor care le-au executat, al utilizării datelor existente, al datelor de ieșire sau obținute și al scării la care sunt realizate. A fost realizată o analiză mai detaliată luând în considerare cinci indicatori: *scara, transparența, complexitatea, eficiența costurilor și ambiguitatea*.

Metodologiile de estimare a riscului la degradare prin eroziune au fost apoi comparate în funcție de cei cinci indicatori (*scară, transparență, complexitate, eficiența costurilor și ambiguitate*). Informațiile culese pentru fiecare metodologie în parte au stat la baza clasificării realizate pentru fiecare tip de indicator.

## **RAPORT DE CERCETARE AL ETAPEI III în contractul nr. 51-031**

### **METODOLOGII DE EVALUARE A RISCULUI LA DEGRADARE AGROFIZICĂ**

**Obiectiv 1 – Inventarul metodelor de evaluare a riscului la degradare agrofizică existente – eroziunea solului**

**1. Activitatea 1.2. Dezvoltarea unei metodologii unitare de evaluare a riscului la degradare agrofizică a solului prin eroziune**

#### **1.1. Introducere**

Eroziunea reprezintă “un fenomen fizic care rezultă din distrugerea sau desfacerea particulelor de sol și rocă în urma acțiunii apei, vântului, gheții și forțelor gravitaționale” (Eckelmann și colab., 2006). În Europa formele dominante ale eroziunii sunt cele rezultate în urma acțiunii apei, apoi eroziunea prin vânt, care este răspândită pe suprafețe întinse în nordul Europei, pe solurile lutoase (Gobin și colab., 2004). Numeroase aspecte și procese contribuie la apariția și manifestarea eroziunii, factorul antropic având un rol important în acest sens: despăduririle, înlăturarea vegetației naturale, schimbarea folosinței terenurilor, aplicarea unor practici agricole neadecvate condițiilor specifice locale, intensificarea utilizării terenului într-un anumit scop (Batjes, 1996; Renschler și colab., 1999; Van der Knijff și colab., 2000; Grimm și colab., 2002; Gobin și colab., 2004; Wainwright, 2004; Boardman, 2006; Lesschen și colab., 2007).

Intensitatea eroziunii este determinată în principal de factori fizici, cum ar fi: *caracteristicile solului, topografia și condițiile climatice*. Cantitatea de material edafic disponibilă pentru transport (potențial erodabil) este influențată de gradul de erodabilitate al solului. Acesta este determinat de natura materialului parental și parametrii de caracterizare a coeziunii solului: textura, mărimea și stabilitatea agregatelor structurale, conținutul de materie organică al solului, conținutul de pietriș, riscul de formare a crustei (Renschler și colab., 1999; Mulligan, 2004; Lesschen și colab., 2007). Capacitatea, respectiv energia disponibilă de transport, sub forma impactului picăturilor de ploaie sau a scurgerilor de suprafață (volum și viteză) este determinată de factorii climatici. Capacitatea de transport este un indicator de caracterizare a ratei sau intensității eroziunii (Morgan și Quinton, 2001). Pe de altă parte, capacitatea de transport este influențată de topografie, caracteristicile de sol care determină desfășurarea proceselor hidraulice (de ex. permeabilitatea la apă) și gradul de acoperire cu vegetație. În timpul unui eveniment extrem, mai mult de 100 t·ha<sup>-1</sup> de sol pot fi desprinse și transportate, deși pierderea unor cantități de 20 până la 40 t·ha<sup>-1</sup> de sol, indică clar apariția eroziunii (Van der Knijff și colab., 2000; Eckelman și colab., 2006; Montanarella, 2006). Pierderi de o asemenea magnitudine nu sunt

observate cu ușurință și de aceea nu sunt considerate, în primă fază, o problemă. Cu toate acestea efectele cumulative sunt devastatoare (Gobin și colab., 2004). Deși după cum s-a menționat anterior, factorii și procesele fizice influențează apariția riscului potențial de eroziune, activitatea umană, adesea a avut un rol important în accelerarea intensității diferitelor procese de degradare, astfel că factorii politici, economici, sociali sunt decisivi în estimarea eroziunii actuale (Gobin și colab., 2004; Onate și Peco, 2005; Eckelmann și colab., 2006). Influența antropogenică este esențial reflectată în gradul de acoperire al terenurilor, unde modificarea și intensificarea utilizării terenului pe o anumită folosință, practicile agricole de cultivare, cum ar fi sistemele tehnologice de lucrare și implementarea strategiilor de conservare a solului sunt factori importanți care determină susceptibilitatea la eroziune (Batjes, 1996; Drake și Vafeidis, 2004; Boardman, 2006; Lesschen și colab., 2007).

Eroziunea solului este percepută ca una dintre formele cele mai răspândite și majore de degradare a solului, care are puternice impacturi economice și asupra mediului înconjurător (Grimm și colab., 2002), mai ales în sectorul agricol, afectând aproximativ 10 % din suprafața Globului (Batjes, 1996) și 14 % din continentul european (Montanarella, 2006). În consecință, eroziunea afectează o proporție mare a populației Globului pământesc. Efectele in-site și directe ale eroziunii sunt pentru cea mai mare parte a comunității umane clare: pierderi de sol (reducerea grosimii profilului de sol), formarea rigolelor sau a ravenelor, scăderea fertilității solului cu consecințe negative asupra productivității acestuia. Eroziunea determină, de asemenea, efecte indirecte negative mai puțin evidente, cum ar fi poluarea mediului înconjurător, creșterea riscului de apariție a inundațiilor ca urmare a acumulării de sedimente în cantități mari pe fundul râurilor, fiind astfel afectate suprafețe importante din vecinătatea locației în care se manifestă eroziunea actuală (efecte off-situ). Din punct de vedere al costurilor, în țările dezvoltate efectele off-situ determinate de eroziune sunt mai importante decât cele care se manifestă in-situ (Vestraeten și colab., 2003). Efectele in- și off-situ ale eroziunii sunt exprimate, în mod frecvent, în termeni economici, fiind estimate, în numeroase studii, costurile imense pentru societate pe care această formă de degradare le determină (Batjes, 1996; De Graaf, 1996; Grimm și colab., 2002; Gobin și colab., 2004; Boardman, 2006; Montanarella, 2006). De exemplu, Pretty și colab. (2000) au estimat costurile off-situ determinate de eroziunea solului în Marea Britanie la 14 milioane lire sterline pe an. În Flandra, costurile anuale determinate de prezența acestui proces de degradare al solului variază de la 60 la 95 milioane Euro (Verstraeten și colab., 2006).

Mulți fermieri se vor confrunta în viitor cu efectele negative determinate de eroziunea solului, iar consecințele negative materiale vor fi resimțite puternic în cadrul comunităților umane, prin prețuri mai ridicate ale produselor în condițiile reducerii durabilității ecosistemelor (Gobin și

colab., 2004). Mai mult, guvernele și alte organizații instituționale sunt implicate în problemele legate de eroziune, prin implementarea diferitelor măsuri, legi care acționează fie în sens pozitiv prin reducerea intensității eroziunii, fie în sens negativ prin manifestarea mai intensă a eroziunii.

Deși eroziunea este privită, în general, ca un proces bio-fizic, factorii socio-economici și modul de utilizare al terenurilor contribuie semnificativ la apariția acestei forme de degradare, asigurând cadrul general în care acest proces se manifestă și contextul în care acesta este analizat și evaluat (Onate și Peco, 2005). Toți acești factori politici, economici, sociali trebuie analizați atât din punct de vedere expert (analize de sus-jos), dar și din punct de vedere al concepției și percepției comunității (analize de jos-sus) (Onate și Peco, 2005). Factorul uman influențează în principal gradul de manifestare al eroziunii solului, având capacitatea și abilitatea de a împiedica sau înfrâna apariția unui astfel de proces cu consecințe deosebit de negative asupra ecosistemelor. Măsura în care factorul uman poate influența în sens pozitiv problematica eroziunii însă, depinde de măsurile economice, deciziile politice, procesele sociale, tradițiile istorice și modul de gândire al diferitelor comunități (Renschler și colab., 1999; Gobin și colab., 2004; Onate și Peco, 2005). Prin urmare metodologiile de estimare a riscului de apariție a eroziunii trebuie să includă factorii politici și socio-economici, în primă fază fiind luate în considerare modul de utilizare al terenului și practicile de conservare. Sunt necesare însă abordări mult mai ample, deoarece interacțiunile între factori sunt complexe, specifice și mult mai dificil de cuantificat comparativ cu procesele fizice (Tenge și colab., 2004; Wainwright, 2004).

## **1.2. Criterii de evaluare**

Pentru evaluarea intensității proceselor de eroziune sunt considerate mai multe aspecte (Morgan și Quinton, 2001; Grimm și colab., 2002; Mulligan, 2004; Kirby, 2006): (1) energia erozivă potențială (*erozivitatea*), (2) materialele edafice potențial erodabile (*erodabilitatea*), (3) capacitatea de transport, (4) eroziunea actuală.

(1) Energia erozivă a ploii este determinată de impactul picăturilor, iar apoi, în timpul procesului de viteză de transport a apei la suprafața solului, așa-numitele scurgeri de suprafață, care apar în momentul în care solul este saturat cu apă, sau dacă intensitatea ploii depășește capacitatea de infiltrație a solului. Această energie este capabilă de a detașa particulele de sol și ulterior a le transporta. Cu cât particulele de sol au dimensiuni mai mari, este necesară o energie mai mare pentru transportul acestora. Pe terenurile în pantă, viteza de transport a apei la suprafața solului este mai mare, antrenând un volum mai mare de particule de sol, prin urmare energia erozivă este mai mare. Panta terenului reprezintă un indicator important al energiei erozive: cu cât panta terenului este mai mare, viteza de transport a apei încărcată cu suspensiile de sol crește și în consecință energia erozivă este mai mare.

- (2) Procesele de alterare a rocilor determină formarea de sedimente disponibile manifestării proceselor de eroziune. În arealele cu susceptibilitate ridicată la apariția eroziunii, antrenarea și transportul sedimentelor de sol are loc înainte ca procesul de formare al solului respectiv să atingă stadiul final. Este recunoscut faptul că procesul de formare al unui sol este de durată, estimările realizate menționând o rată medie care variază între 0,05 și 0,5 mm·an<sup>-1</sup> (EEA, 1999 citat de Gobin, 2004), iar pierderile de sol (mai mult de 1t·ha<sup>-1</sup>·an<sup>-1</sup>), în unele areale, sunt considerate a fi ireversibile (Van der Knijff și colab., 2000; Jones și colab., 2003; Montnarella, 2006). Rata sau intensitatea proceselor de alterare și în consecință susceptibilitatea la eroziune depinde de tipul materialului parental; unele materiale parentale (de ex. marnele) se erodează ușor, în timp ce altele sunt mai rezistente. Solubilitatea reprezintă un aspect important, deoarece alterarea sedimentelor ușor solubile cum ar fi, materialele calcaroase nu are ca rezultat formarea unor cantități mari de sedimente erodabile.
- (3) Sedimentele erodabile sunt transportate și depuse în alte locații. Depunerea sedimentelor în anumite locații depinde de capacitatea de transport și realizarea unui anumit echilibru între energia erozivă și încărcarea cu sedimente a efluentului de curgere. Prin urmare apa de transport are capacitatea de a prelua sau a depune sedimentele. Capacitatea apei de a prelua sedimentele este dependentă de viteza de curgere a acesteia și energia de erozivitate, de exemplu, pantele foarte abrupte determină transportul în exces al particulelor de sol. Depunerea sedimentelor transportate de apă are loc, de regulă în zone depresionare, pe suprafețe acoperite de vegetație sau în areale cu infiltrație ridicată, unde viteza de curgere a apei scade drastic și are loc o reducere a energiei de erozivitate a apei, fiind astfel determinat un deficit de transport. Procesul de eroziune și depunere a sedimentelor continuă până în momentul în care se realizează un echilibru între energia de erozivitate și încărcarea cu sedimente a efluentului.
- (4) Eroziunea actuală este, de regulă, mai scăzută decât eroziunea potențială. Eroziunea actuală se referă la procesul care se desfășoară la un moment dat într-un anumit areal, iar eroziunea potențială reprezintă procesul care este posibil să aibă loc într-o zonă în care, de exemplu, vegetația nu mai este prezentă. Strategiile de conservare pot reduce ratele potențiale de eroziune prin dirijarea scurgerilor de suprafață în zone amenajate cu terase, în care s-au aplicat lucrări agricole de contur sau care sunt acoperite de vegetație.

În urma unor studii aprofundate, de curând, comunitatea științifică a dezvoltat și extins conceptul DPSIR (Driver, Pressure, State, Impact and Response) pentru modificări de mediu (Gobin și colab., 2004). Acest concept a avut ca scop principal transformarea modificărilor de mediu în informații ușor accesibile pentru factorii decizionali (Grimm și colab., 2002). În ceea ce privește

eroziunea, conceptul mai sus menționat asigură un lanț al cauzelor și efectelor determinate de această formă de degradare, care implică, evident și societatea în ansamblul ei. Atunci când se încearcă determinarea și cuantificarea tuturor acestor factori pentru fiecare caz în parte, într-o primă etapă se încearcă estimarea riscului. *Forțele determinante* ale eroziunii sunt: populația umană, dezvoltarea terenurilor, turismul, agricultura, transportul, evenimentele naturale și schimbările climatice. *Factorii de presiune* sunt: gradul și tipul de acoperire a terenului și modificările climatice. Factorii de presiune acționează ca niște indicatori care furnizează informații cu privire la *stadiul* (gradul) eroziunii și *impactul* modificărilor (directe sau indirecte) determinate de eroziune asupra unor anumite sisteme (de ex. caracteristicile solului, biodiversitatea etc.), la care societatea va *răspunde* printr-o serie de reguli, politici sau un anumit comportament (strategii de conservare) (Riley, 2001; Gobin și colab., 2004).

### **1.3. Diferențe la nivel regional în ceea ce privește intensitatea eroziunii în areale din UE**

Regiunile mediteraneene europene sunt afectate în principal de eroziunea prin apă, deoarece regimul precipitațiilor în aceste zone este caracterizat de ploi torențiale și intense, prin urmare sunt prezente condiții de erozivitate ridicată, care determină pierderi mari de sol (Van der Knijff și colab., 2000; Drake și Vafeidis, 2004; Mulligan, 2004; Wainwright, 2004; Boardman, 2006; Kirkby, 2006; Montanarella, 2006; Lesschen și colab., 2007). Mai mult, solurile sunt sărace și foarte erodabile, având susceptibilitate ridicată la formarea crustei de suprafață. Relieful este caracterizat de pante abrupte și zone întinse sunt acoperite de vegetație forestieră care este distrusă de incendiile frecvente. De asemenea condițiile de criză din ultimele decade în agricultura tradițională au condus la abandonarea terenurilor și deteriorarea structurilor de conservare a apei și solului, situație care a determinat apariția rigolelor, a ravenelor, forme de eroziune a solului (Boardman, 2006). Deși regimul precipitațiilor, în celelalte zone ale Europei nu este caracterizat prin astfel de evenimente extreme, fiind mai uniform distribuit și cu o energie erozivă potențială mai mică, în mod cert, eroziunea solului nu poate fi neglijată.

Partea nordică și cea nord-vestică a Europei este caracterizată mai mult de un climat continental (cu precipitații torențiale mai scăzute). În aceste zone eroziunea solului se manifestă în timpul ploilor cu intensitate redusă, determinând spălările de suprafață. Această formă de eroziune corelată cu solurile saturate conduce la apariția scurgerilor de suprafață masive, voluminoase (Harrod, 1993, citat de Boardman, 2006) și antrenarea unor cantități mari de elemente și componente poluante aflate în legătură cu particulele de sol (Evans și Brazier, 2005). Astfel în aceste zone, pe lângă pierderile importante de sol, apar frecvent probleme majore în ceea ce privește poluarea factorilor de mediu.



Eroziunea prin vânt afectează sever zone importante din sud-estul Europei, Republica Cehă, părți din Franța, Marea Britanie, Ungaria (Jones și colab., 2003), deși au fost înregistrate suprafețe afectate și în nordul și estul Europei (centrul Belgiei, Germania, Danemarca, Polonia, Bulgaria, Slovacia) (Bobin și colab., 2004; Eckelman și colab., 2006; Kertesz și Centeri, 2006). În studiile și cercetările efectuate în ultima perioadă (Bonner și colab., 2003; Gomes și colab., 2003) este pus în evidență faptul că suprafețele afectate de eroziune prin vânt au crescut ca întindere, acestea fiind amenințate și de o intensitate moderată de eroziune prin apă.

#### **1.4. Metodologii de estimare a riscului la eroziune**

Comunitatea științifică a dezvoltat și implementat, în ultima perioadă, diferite programe și proiecte în ceea ce privește estimarea riscului la eroziune prin apă, la scară europeană, dar și la nivel de țară, regiune. Fiecare țară utilizează o anumită metodologie de estimare a riscului la eroziune, existând chiar situații în care la nivelul aceleiași țări, metodologiile aplicate sunt diferite datorită unor anumiți factori: variabilitatea condițiilor specifice locale (sol, condiții climatice, cadru politic), diferența de interese, adică problematici similare pot fi determinate de cauze diferite sau probleme de aceeași natură sunt percepute în mod diferit. Din aceste motive au fost dezvoltate numeroase metodologii de estimare a riscului de apariție a eroziunii, care sunt utilizate pretutindeni în Europa. Însă estimările privind riscul de apariție a eroziunii sunt departe de a fi comparabile între diferite țări și chiar în interiorul aceluiași stat. În consecință, nu se poate realiza o viziune obiectivă asupra riscului la eroziune și armonizarea diferitelor metodologii aplicate este în prezent limitată. Cu toate acestea, se poate spune că sunt și unele avantaje, deoarece diferitele comunități științifice și de practicieni pot realiza schimburi de experiență benefice prin armonizarea celor mai buni parametri și modalități de abordare. Trebuie de asemenea menționat că nu a fost până în prezent și probabil că nu va fi posibil de a stabili o anumită metodologie, care să fie considerată cea mai bună pentru estimarea riscului la eroziune, condițiile specifice locale fiind foarte diferite. Cu toate acestea însă, aspecte specifice și comune pot fi explorate pentru fiecare situație individuală.

În general, există trei tipuri sau modalități de abordare pentru a identifica arealele cu diferite riscuri (Eckelman și colab., 2006):

1. abordare calitativă, utilizând cunoștințele de tip expert pentru evaluarea proceselor importante, formularea criteriilor și stabilirea arealelor cu risc.
2. abordare cantitativă, bazată pe date măsurate, și care asigură o comparație relativă cu anumite valori limită prestabilite.

3. abordare de tip model, utilizând modele de predicție a extinderii degradării solului, luând în considerare condițiile specifice locale. Acest mod de abordare permite estimarea tendințelor prin realizarea unor scenarii.

Tipul de informații necesare pentru evaluarea riscului la eroziune depinde de modul de abordare utilizat în acest scop. Între cele trei modalități de abordare nu există o separare strictă, corelațiile sau interferările între diferitele moduri fiind, uneori chiar necesară. De exemplu, modelarea necesită validarea și calibrarea unui model, caz în care sunt necesare măsurătorile cantitative. Mai mult modelele de simulare pot ajuta la clasificarea rezultatelor obținute prin abordările de tip calitativ și/sau cantitativ.

#### **1.4.1. Inventarul metodologiilor existente de estimare a riscului la eroziune a solului**

Metodologiile de estimare a riscului la degradare prin eroziune sunt numeroase și sunt împărțite în mai multe categorii: analize expert, indicatori de eroziune sau abordări factoriale și modelări ale procesului (abordări integrate sau fizice, socio-economice), posibil să fie integrate cu SIG și/sau rețele de monitoring (Van der Knijff și colab., 2000; Grimm și colab., 2002; Gobin și colab., 2006). Deși aceste metode pot fi aplicate individual, abordările cele mai promițătoare și frecvente sunt asigurate de integrarea unora (sau a tuturor) tehnicilor menționate mai sus. Oricum, pentru a asigura un instrument util pentru factorii decizionali, aceste metodologii ar trebui să încorporeze și factori legați de modul de utilizare și managementul terenului; aceștia influențează intensitatea eroziunii (Grimm și colab., 2002) și pot fi mai mult sau mai puțin controlați de factorii decizionali (Gobin și colab., 2006).

##### **1.4.1.1. Analize de tip expert**

Acest tip de metodologie deduce riscul la eroziune din stadiul curent atins de această formă de degradare a solului într-un areal specific. Analizele de tip expert ( la nivel local) estimează riscul la eroziune direct din observațiile din câmp și/sau imaginile satelitare și fotografiile aeriene. Caracteristici cum ar fi extinderea și acoperirea aeriană a rigolelor, ravenelor și sedimentelor depozitate sunt parametri care asigură o indicație reală a nivelului eroziunii, pe lângă măsurătorile efectuate la nivel de plot pentru determinarea intensității eroziunii (Boardman, 2006). Pentru a deriva estimările riscului de apariție a eroziunii la scară națională, experții pot fi consultați prin intermediul chestionarelor. Aceasta constituie o metodă relativ rapidă și simplă, există însă, o oarecare subiectivitate în ceea ce privește răspunsurile științifice, deoarece starea eroziunii la un anumit moment nu reflectă neapărat riscul de apariție al eroziunii într-un anumit areal, existând totodată incertitudini legate de „când” și „de ce” această formă de degradare de manifestă (Gobin și colab., 2006).

Un exemplu al unei astfel de abordări de tip expert îl constituie GLASOD- Global Assessment of Soil Degradation (Evaluarea Globală a Degradării Solului) (Oldeman și colab., 1991). Harta GLASOD identifică arealele care sunt mai mult sau mai puțin degradate, independent de condițiile în care se produc diferite tipuri de degradare a solului. Este bazată pe răspunsurile la un chestionar trimis la experți recunoscuți în diferite țări și de aceea depinde în mare măsură de un set de analize de tip expert. Harta Europei de Vest care prezintă riscul la eroziune al solului (De Ploey, 1989) este un alt exemplu al unei astfel de abordări de tip expert. Harta a fost realizată de diferiți experți care au conturat azelele afectate de procese de eroziune. Reprezentarea spațială însă, a arealelor cu risc de apariție a proceselor de eroziune este mult prea generală pentru factorii decizionali.

#### **1.4.1.2. Abordări factoriale, indicatori, monitorizarea procesului**

Pentru a observa modificările din interiorul procesului de eroziune care se manifestă într-un areal specific și pentru a evalua starea și condițiile sistemelor prezente, atât mărimea suprafeței cât procesele relevante trebuie monitorizate continuu. Astfel poate fi stabilită o indicație relativă a ratei schimbărilor, modificărilor din interiorul diferitelor sisteme (Boardman, 2006; Baartman și colab., 2007). Monitorizarea și estimarea spațială prin elaborarea hărților de eroziune pot fi facilitate utilizând indicatori (bio-fizici și socio-economici), care ne furnizează informații ușor accesibile cu privire la stadiul procesului și ne ajută în înțelegerea interacțiunilor între diferiții factori determinanți ai eroziunii (Riley, 2001; Grimm și colab., 2002; Gobin și colab., 2004). Observarea și măsurarea factorilor care influențează susceptibilitatea la apariția eroziunii (așa-numita abordare factorială) asigură o modalitate prin care sunt determinate și clasificate suprafețele cu risc la eroziune. Indicatorii de măsurare caracterizează de regulă, condițiile climatice, solul, materialul parental, topografia etc. Poziționarea pe hartă a acestor indicatori are ca rezultat elaborarea hărților cu risc la eroziune. Avantajul principal al acestei metode o reprezintă integrarea rezultatelor SIG (sistem informatic geografic) în aplicații la scară largă, deși precizia rezultatelor depinde de calitatea datelor (Kirkby și colab., 2004). Oricum, algoritmele utilizate pentru integrarea indicatorilor și în același timp măsurarea unor astfel de indicatori constituie lipsuri sau dezavantaje ale acestui tip de metodologii.

#### **1.4.1.3. Modelare pe bază de proces**

Un model, în general, simplifică realitatea în scopul de a înțelege diferitele sisteme (complexe) (Morgan și Quinton, 2001). Sistemele de modelare reunesc toate procesele și au ca scop stabilirea unor inter-relații între acestea, înțelegerea lor, formalizarea, simplificarea, testarea diferitelor teorii și predicția dezvoltărilor ulterioare prin elaborarea unor scenarii. În general, sunt

utilizate două tipuri de modele pentru estimarea intensității eroziunii: *empirice* și *fizice* (Morgan și Quinton, 2001).

*Modelele empirice* sunt bazate pe relațiile semnificativ statistice între datele de ieșire și intrare ale modelului. Sunt ușor de utilizat, dar au inconvenientul că generalizarea și extinderea la scară mai largă nu este posibilă fără recalcularea fiecărei aplicații și nu au capacitatea de a simula evenimente extreme. Cel mai cunoscut și larg răspândit model empiric de predicție a pierderilor de sol ca efect al apariției eroziunii prin apă este modelul USLE (Universal Soil Loess Equation) (ecuația universală a pierderilor de sol) (Wischmeier și Smith, 1978). Cele mai multe țări europene au aplicat acest model (Baade și Rekolainen, 2006; Eckelman și colab., 2006). Modelul USLE a fost proiectat și gândit ca un instrument de evaluare efectelor diferitelor practici de management al terenurilor agricole. Această ecuație empirică ia în considerare efectele ploii, erodabilitatea solului, lungimea și mărimea pantei, acoperirea cu vegetație și măsurile de protecție; de asemenea, estimează pierderile de sol determinate de formele de eroziune de suprafață și adâncime, neluând în considerare celelalte forme de eroziune. Deși această ecuație a fost dezvoltată în funcție de condițiile specifice existente în Statele Unite ale Americii, este larg răspândită în toată lumea. Aplicarea modelului USLE în Europa de către Van der Knijff și colab. (2000) a constituit o încercare de a cuantifica eroziunea de suprafață și adâncime, bazată pe un set de date dintr-un grid de 1 km x 1 km, care acoperă întreaga Europă. Van der Knijff și colab., 2000) au realizat estimări, diferențiind riscul la eroziune actual de cel potențial, acesta din urmă presupunând lipsa totală a vegetației.

Pe de altă parte, *modelele fizice* utilizează relații matematice pentru a descrie procesele și din acest motiv poate fi aplicată în mod uniform. Mai mult, acest tip de modele asigură o înțelegere mai clară a relațiilor dintre diferiții factori care influențează eroziunea și ia în considerare scări multiple și o distribuție temporală și spațială a parametrilor. Cu toate acestea, modelele fizice sunt limitate deoarece necesită numeroase date și din acest motiv pot fi aplicate numai pe suprafețe restrânse și uneori sunt neprietenoase cu utilizatorul (Grimm și colab., 2002; Drake și Vafeidis, 2004; Gobin și colab., 2006). În Europa au existat încercări pentru a dezvolta modele fizice pentru estimarea eroziunii și a scurgerilor de suprafață (Jetten și Favis-Mortlock, 2006) cum ar fi: modelul EUROSEM (European Soil Erosion Model) (model european de eroziune a solului) (Morgan și colab., 1998) sau LISEM (Limburg Soil Erosion Model) (de Roo și colab., 1996a, 1996b; Takken și colab., 1999), acesta din urmă fiind primul model care a utilizat SIG.

Dacă un model este descris în totalitate și operațional, este absolut necesară calibrarea acestuia (parametrii modelului sunt corecți până în momentul în care datele de ieșire sunt acceptabile), validarea (se determină dacă datele de ieșire ale modelului reflectă valori realiste, prin

compararea acestor date de ieșire cu date obținute prin observațiile din teren) și analizarea sensibilității (evaluarea gradului de răspuns a modelului la modificările de parametri și în consecință determinarea celor mai importanți parametri) (Morgan și Quinton, 2001). În general, validarea modelelor reprezintă o problemă majoră, mai ales dacă sunt realizate estimări la scară largă, bazate însă, pe măsurători la scară redusă (Van der Knijff și colab., 2000, Gobin și colab., 2006). Estimări privind eroziunea solului au fost realizate în multe țări europene. Riscul la eroziune a solului a fost evaluat utilizând versiuni corectate ale abordării USLE pentru Austria (Strauss și Klaghofer, 2006), Republica Cehă (Dostal și colab., 2006), Germania (Deumlich și colab., 2006), Ungaria (Kertesz și Centeri, 2006), Italia (Van der Knijff și colab., 2002; Grimm și colab., 2003; Torri și colab., 2006), Norvegia (Oigarden și colab., 2006), Spania (Sanchez și colab., 1998; Sole, 2006), Suedia (Leek și colab., 1996 citat în Ulen, 2006) și Elveția (Weissheidinger și Leser, 2006). În Belgia, Portugalia (Sebastiao și Pereira, 2002) și Spania, pierderile de sol apărute ca efect al intensificării eroziunii prin apă au fost estimate utilizând versiunea modificată a modelului RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) (Renard și colab., 1997). Proiectul PESERA – Pan-European Soil Erosion Risk Assessment a dezvoltat un model bazat pe proces pentru a cuantifica eroziunea prin apă și delimita suprafețele din Europa cu risc la eroziune.

#### **1.4.2. Evaluarea datelor obținute prin aplicarea metodologiilor de estimare a riscului de apariție a eroziunii prin apă**

Pentru a identifica sigur și precis arealele cu risc de apariție a eroziunii sunt necesare stabilirea unor *valori limită* și a unor *nivele de toleranță*.

*Valorile limită* reprezintă valori de referință sub care ecosistemele nu mai sunt în echilibru, sunt probleme în ceea ce privește riscul de apariție a eroziunii (Cammeraat, 2002; Baartman și colab., 2007). Valorile limită, care se referă la procesele fizice sunt importante pentru înțelegerea relațiilor între procesele geomorfologice și hidrologice și pot fi verificate prin modelarea procesului (Bordman, 2006).

*Nivelele de toleranță*, pe de altă parte, se referă la aspectele ecologice, economice și sociale și stabilesc ce grad sau intensitate a eroziunii nu poate fi susținut(ă). Estimările prin modele trebuie să fie comparate cu aceste nivele de toleranță pentru a asigura indicații relative asupra intensității pierderilor de sol (Boellstorff și Benito, 2005).

Valorile limită și nivelele de toleranță pot fi stabilite cu aproximație în funcție de tipul de sol, dar diferă de la o regiune la alta și în funcție de tipul de vegetație. Mai mult, intensitatea eroziunii naturale, adâncimea profilului de sol și alte însușiri care limitează dezvoltarea sistemului

radicular, cum ar fi adâncimea stratelor de sol compacte și conținutul ridicat de săruri sunt factori care trebuie avuți în vedere și care fac dificil de stabilit niște valori limită reprezentative.

Valori medii de toleranță pentru fiecare tip de sol au fost stabilite de către Serviciul American de Conservare a Solului (Boellstorff și Benito, 2005), iar acestea ajută în estimarea unor valori reprezentative pentru fiecare areal specific. Un studiu recent realizat în proiectul ENVASSO (ENVASSO, 2007) a stabilit valorile limită și nivelele de toleranță în ceea ce privește degradarea prin eroziune a solului.

### 1.5. Metodologie de estimare a riscului la eroziune utilizată la nivelul țării noastre

În studiile de estimare a riscului de apariție a eroziunii, este foarte importantă stabilirea valorilor limită în funcție de care este caracterizată intensitatea pierderilor de sol. Pentru stabilirea acestor valori limită trebuie avută în vedere rata de formare a solului, prin care procesele naturale compensează pierderea unui anumit volum de sol într-o anumită perioadă de timp. Stefanovits, 1966 a estimat o rată de formare a solului de aproximativ  $2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ . Limita superioară a clasei de “eroziune a solului scăzută” este foarte importantă, deoarece aceasta stă la baza stabilirii măsurilor de ameliorare și/sau conservare a solurilor afectate de eroziune. Această limită poate coincide cu rata de formare a solului, pentru că dacă rata pierderii de sol este egală sau depășește  $2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$  există un risc potențial de apariție a eroziunii. În Statele Unite ale Americii limita admisă pentru pierderile de sol coincide cu rata potențială de formare a solului, care a fost stabilită ca fiind  $11 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$  (Hall și colab., 1985). Centeri și Csazar (2003) utilizează următoarele categorii: 0-2, 2-11,  $>11 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ , dar diferiți autori iau în considerare alte sisteme de clasificare (tabelele, 1 și 2). Stefanovitz în 1992 a stabilit un alt sistem de clasificare al intensității eroziunii complet diferit de cele menționate anterior, incluzând trei categorii: scăzută ( $0-40 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ ), moderată ( $40-100 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ ) și puternică (mai mult de  $100 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ ). Prin urmare, în prezent nu există o abordare unitară în ceea ce privește stabilirea claselor de cuantificare a pierderilor de sol prin eroziune.

*Tabel 1: Pierderi de sol încadrate în clasa “scăzută” stabilite după diferiți autori*

<i>Categorie</i>	<i>Pierdere de sol (<math>\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}</math>)</i>	<i>Autor</i>
Eroziune absentă	0-1	MOȚOC și colab. (1992) citat de Centeri și Császár, 2003
	0-2	CENTERI și CSÁSZÁR (2003)
Fără eroziune	0-4	JAMBOR și colab. (1998) citat de Centeri și Császár, 2003
Eroziune scăzută	0-5	DE LA ROSA (1998)
		SPAROVEK și colab., WEILL și colab. (1998)
Absentă sau scăzută	0-10	FAO-UNEP-UNESCO (1979) citat de Centeri și Császár, 2003
Scăzută	0-40	STEFANOVITS (1992)

*Tabel 2: Clase de eroziune din hărțile GLASOD, MOPT și CORINE  
(După Sanchez și colab., 2001)*

<b>GLASOD</b>	<b>MOPT</b>	<b>CORINE</b>
Foarte puternică	Foarte puternică Foarte ridicată	Foarte puternică
Puternică	Ridicăată	
Moderată	Moderată	Moderată
Scăzută	Scăzută Foarte scăzută	Scăzută

În cadrul proiectului a fost estimat riscul la degradare prin eroziune aplicând două metodologii care au corespuns condițiilor specifice țării noastre, PESERA și SIDASS-WEPP 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” la nivelul datelor obținute în urma rulării celor două modele. PESERA este un model bazat pe procese fizice, distribuit spațial, este utilizat pentru cuantificarea și estimarea riscului potențial la eroziune a solului și poate fi aplicat la scară europeană. Modelul SIDASS este ca și concepție similar cu cel menționat anterior și este focalizat pe mecanismele particulare care influențează eroziunea solului (figura 1). Acet model fizic a fost cuplat cu modelul WEPP pentru predicția pierderilor de sol. WEPP (Water Erosion Prediction Project) este un model bazat pe procese fizice elaborat de Departamentul American de Agricultură și poate fi aplicat atât pe pante cât și la nivelul bazinelor de recepție. Bazele de date necesare pentru rularea acestui model sunt legate de: climă, pantă, sol, management/cultivare. A fost calculată extinderea spațială (suprafața) a diferitelor clase sau categorii ale “intensității pierderilor de sol” aplicând cele două modele la nivel de județ și țară. După cum am menționat au fost utilizate două scări ale datelor de intrare, pentru categoriile de pantă. Modelele au fost utilizate astfel:

- modelul PESERA în care s-au utilizat date de sol într-un grid de 1 km din hărțile SIG la nivel European și la scara 1:1000000, date climatice din interpolările ATEAM pentru șirul de ani 1960-1990 și un grid de 1 km pentru pantă;
- modelul PESERA în care s-au utilizat date de sol într-un grid de 100 m din harta de sol 1:200000, date climatice din interpolările ATEAM pentru șirul de ani 1960-1990 și un grid de 100 m pentru pantă;
- modelul SIDASS (metodologia WEPP) cu pante stabilite pe baza indicelui de pantă cuplat cu fiecare poligon din harta de sol 1 :1000000 ;
- modelul SIDASS (metodologia WEPP) cu harta solurilor din România la scara 1 :200000 și un grid de 100 m pentru pantă.

Au fost analizate diferențele induse de utilizarea diferitelor clase ale “intensității pierderilor de sol” la nivel de județ și țară. A fost calculată extinderea spațială a terenurilor caracterizate cu

“cea mai scăzută” pierdere de sol (« absentă », « fără eroziune » sau « eroziune foarte scăzută »), denumirea acestei clase fiind diferită în funcție de sistemele de clasificare prezentate în tabelul 2. A fost apoi determinată extinderea spațială a terenurilor cu risc mai ridicat la pierderi de sol, utilizând sistemul de clasificare stabilit de Centeri și Csaszar (2003).

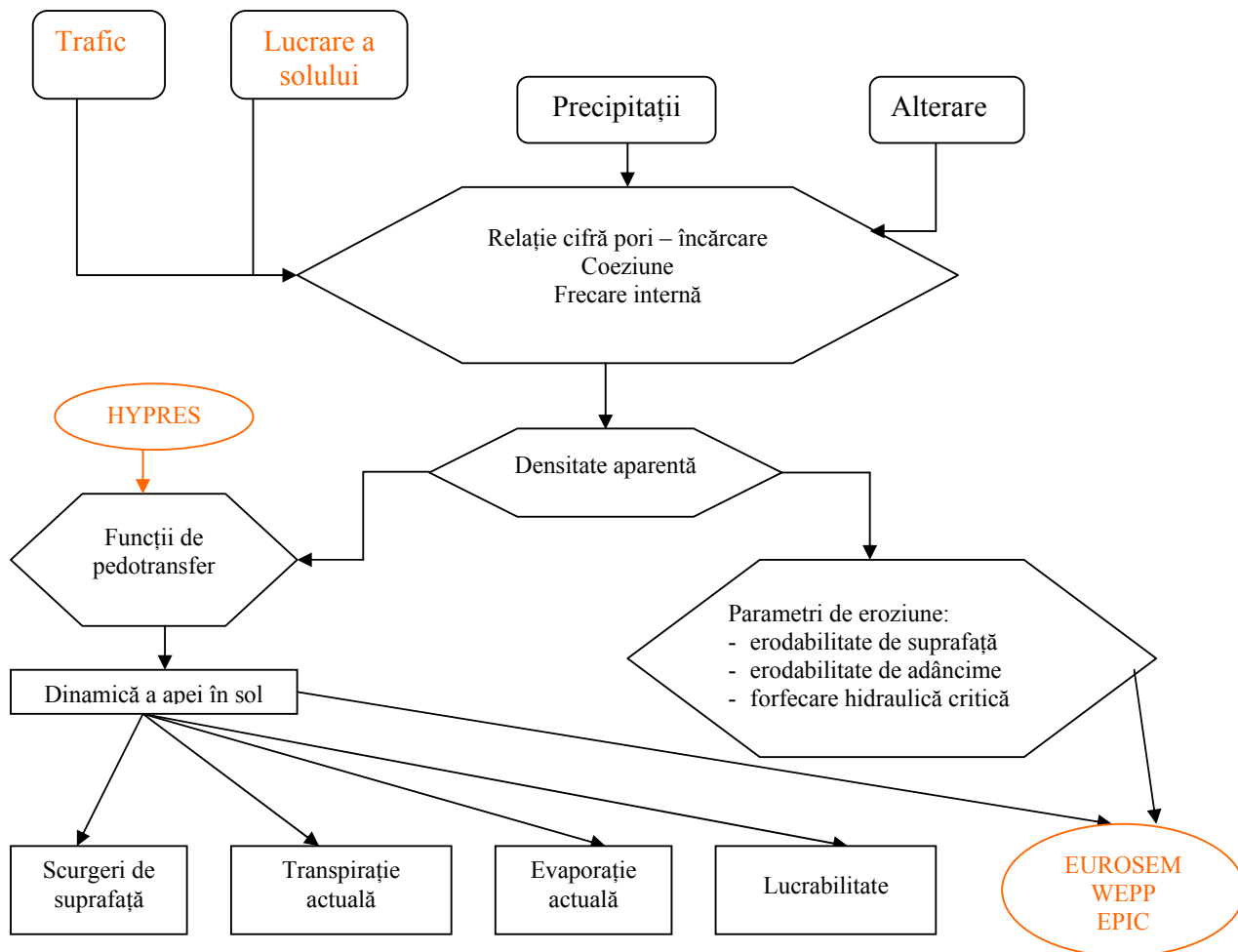


Fig. 1 Schema de funcționare a modelului SIDASS

## 2. Activitatea 1.3. Elaborarea de chestionare

Aceste chestionare au ca scop inventarierea metodologiilor curente de evaluare a riscului la diferite procese de degradare agrofizică existente la nivelul țărilor europene și estimarea avantajelor și dezavantajelor utilizării acestora în funcție de condițiile specifice locale existente la nivelul fiecărui areal. La nivel european sunt țări care au implementat metodologii de estimare a riscului de degradare agrofizică, în acord cu Directiva de Sol propusă de Comisia Europeană, dar sunt și state care nu au stabilit o modalitate unitară de abordare a acestei problematice. În cazul țării noastre nu a fost încă implementată o metodologie de evaluare a riscului la degradare agrofizică prin diferite procese, iar comunitățile rurale nu sunt familiarizate și nu conștientizează



necesitatea existenței și utilizării unei astfel de metodologii. Activitatea antropică este factorul principal care a determinat intensificarea riscului de apariție a eroziunii în deosebi prin apă, care afectează suprafețe importante. Metodologia elaborată în cadrul proiectului nu este încă definitivată, urmând a fi armonizată cu rezultatele obținute la nivel european.

Tipul de chestionar care va fi prezentat ne-a furnizat informații privind situația existentă în alte țări europene, în ceea ce privește metodologiile de estimare a riscului la degradare prin eroziune a solurilor. Chestionarul a fost conceput astfel încât să ne furnizeze informații privind datele științifice, care stau la baza metodologiilor de estimare a vulnerabilității la eroziune. Chestionarul a fost trimis în mai multe țări europene, încercându-se o acoperire reprezentativă a Europei. Informațiile furnizate au fost apoi adunate într-o bază de date, care apoi va fi utilizată pentru stabilirea criteriilor de armonizare a diferitelor metodologii și stabilirea unei modalități de abordare unitară în acord cu condițiile specifice fiecărui areal la nivel european și cu Directiva de Sol propusă de Comisia Europeană.

## 2.1. Chestionare de estimare a vulnerabilității la eroziune

Chestionarul cuprinde 8 întrebări. Informația furnizată de acesta va sta la baza stabilirii criteriilor de armonizare a metodologiilor existente și utilizate la nivel European.

Contact

Nume: .....

E-mail: .....

Număr de telefon: .....

Institut / companie / Organizație guvernamentală: .....

Adresă: .....

1.1 *Există informații privind utilizarea unei metodologii pentru estimarea riscului de degradare agrofizică prin eroziune?*

Da, vă rog specificați:

Evaluare recunoscută oficial

Evaluare în curs de elaborare oficial

Evaluare utilizată la nivel de institut

Nu, mergeți la întrebarea 1.3

Nu știu

1.2 *Sunt aceste metodologii deja aplicate?*

Da

Dacă Da, cum pot fi obținute informații despre metodologie?

Numele institutului:.....

Numele persoanei de contact:.....

Adresa de email a persoanei de contact:.....

Ani de estimare.....

O Un

O În desfășurare

1.3 Dacă nu sunteți implicat în metodologiile de estimare a riscului la eroziune puneți-ne în contact cu persoana/organizația care ne poate furniza informații

Numele institutului:.....

Numele persoanei de contact:.....

Adresa de email a persoanei de contact:.....

1.4 Metodologia utilizată (sau care urmează a fi aplicată) în acord cu Directiva europeană de strategie a solului în țara d-voastră poate fi descrisă ca o combinație de (mai multe opțiuni posibile):

	Eroziune	Comentarii
<b>Unități tipologice de sol (tip de sol)</b> <b>Textura solului (la nivel de unitate tipologică)</b> <b>Densitatea solului, proprietăți hidraulice (la nivel de unitate tipologică)</b> <b>Topografie, incluzând panta și lungimea pantei</b> <b>Acoperirea terenului cu vegetație</b> <b>Utilizarea terenului (incluzând managementul terenului, sisteme agricole și forestiere)</b> <b>Climă (incluzând distribuția precipitațiilor și caracteristicile eoliene)</b> <b>Condiții hidrologice</b> <b>Zonă agro-ecologică</b> <b>In combinație cu un model sau bază de date (specificați sursa datelor)</b>	Utilizarea terenului (de ex. LUCas); Acoperirea terenului (de ex. Corine); Baza de date de sol spațială (de ex. EUSIS). Model de simulare : Cuplat cu baze de date SIG : Altele :	

O Valori limită pentru gradul de eroziune.....

O Altă metodologie, precizați-o:.....

.....

.....

1.5 Informația obținută în urma aplicării metodologiei este utilizată pentru măsuri cadastrale sau strategii de conservare și management sau politici de armonizare?

- Da
- Nu
- Uneori

1.6 Ce tip de proces este caracterizat cu această metodologie?

- Eroziunea prin apă
- Eroziunea prin vânt
- Altele

1.7 Indicați nota d-voastră pentru alegerea metodologiei aplicată în tabelul de mai jos:

Criteria	Sub-criteriu	Notare	Notă
Relevanță legislativă	Este metodologia adaptată la scopurile legislației Comunității Europene?	0 = Nu, 1 = Da, indirect 2 = Da, direct	
	Poate metodologia asigura informații utile factorilor decizionali?	0 = Deloc, 1 = Moderat utile 2 = Foarte utile	
Receptivitate	Este metodologia sensibilă la modificările procesului/fenomenului analizat?	0 = lentă, cu răspuns întârziat, 1 = rapidă, cu răspuns imediat	
Robustețe analitică	De ce tip este metodologia?	Calitativă: 1 = bazată pe analize expert 2 = medie ponderată 3 = altele	
		Cantitativă: 4 = model empiric 5 = model bazat pe proces 6 = analize expert 7 = documente istorice 8 = altele	
	Este metodologia bazată pe măsurători directe sau modelarea unei tendințe/stări?	0 = Indirectă, 1 = Modelată 2 = Directă	
	Este metodologia bazată pe calitate scăzută/moderat/ridicată a datelor?	0 = scăzută 1 = moderată 2 = ridicată	
	Care sunt legăturile cauzale cu alte metodologii?	0 = legătură slabă, 1 = legătură calitativă puternică 2 = legătură cantitativă puternică	
Disponibilitatea	Acoperire geografică	0 = numai în studii caz,	

datelor și măsurabilitatea	bună?	1 = la scară națională 2 = la scară națională, regională	
	Disponibilitatea seriilor de timp	0 = observații în câmp 1 = teledetecție 2 = sisteme informatice geografice	
	Ce tip de tehnici sunt utilizate în aceste metodologii?	0 = Nu, 1 = Sursă de date ocazională, 2 = Sursă de date regulată 3 = Analize de laborator	
Ușor de interpretat	Sunt rezultatele clare și ușor de înțeles?	0 = Deloc, 1 = Puțin clare, 2 = Foarte clare	
	Baza de date este accesibilă:	1 = publicului în general 2 = administrației 3 = scopurilor științifice	
	Documentația obținută este compusă din	1 = Hartă geomorfologică 2 = Hartă a zonării hazardului 3 = Hartă geotehnică 4 = Hartă geomorfologică 5 = Hartă a zonării vulnerabilității 6 = Hartă a zonării vulnerabilității 7 = Alte hărți de susceptibilitate	
	Care este scara cartografică a documentelor?	0 = 1/5000 1 = 1/10000 2 = 1/20000 3 = 1/25000 4 = Altele (specificați)	
Eficiente costurilor	Este bazată pe date și statistici existente?	0 = Nu, 1 = Da	
	Sunt datele pentru compilare ușor accesibile?	0 = Nu, 1 = Da, dar necesită o lungă prelucrare 2 = Da	
	Este solicitată o rețea nouă de monitoring?	0 = Nu, 1 = Da, dar ca măsurători adiționale la o rețea de monitoring existentă 2 = Da	

### 1.8 Aveți comentarii?

.....

.....

.....

.....

.....

### 3. Activitatea 1.4. Elaborarea unei baze de date prietenoase

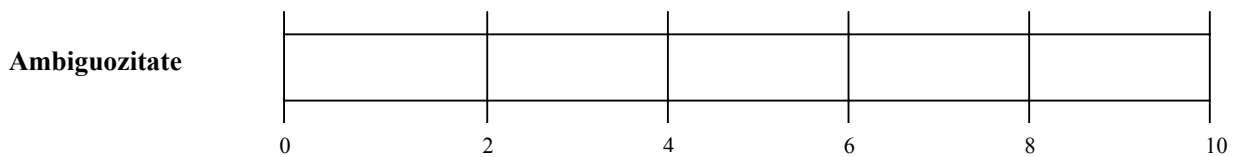
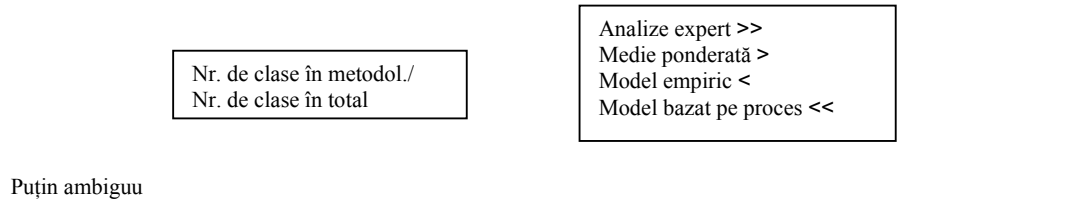
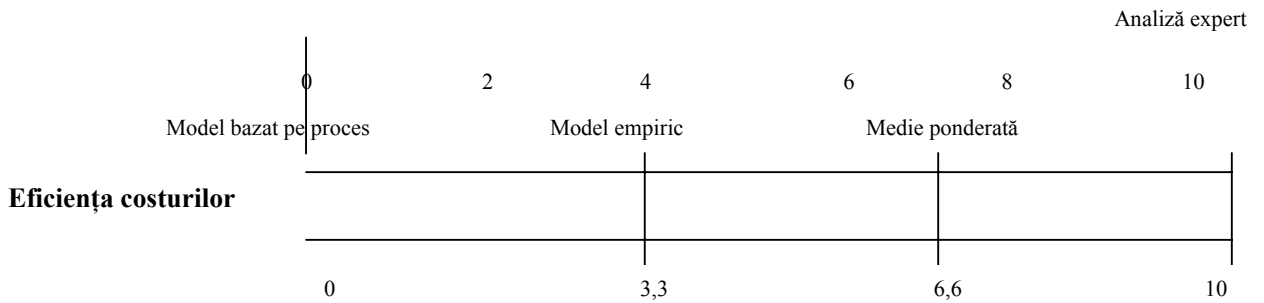
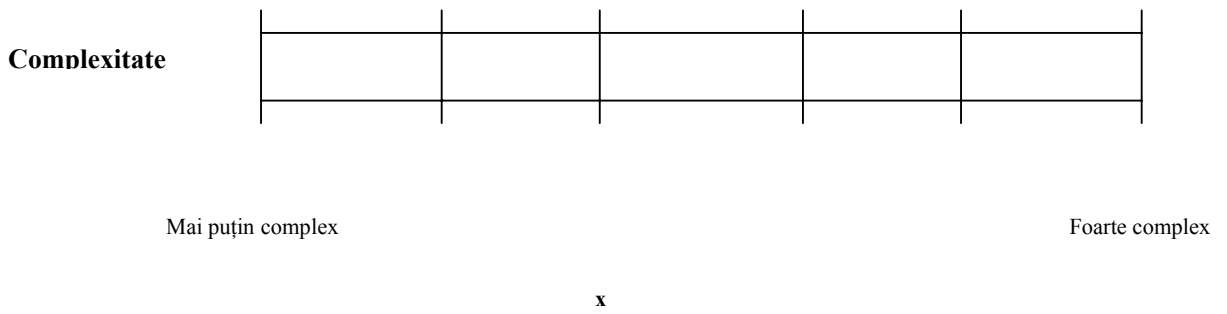
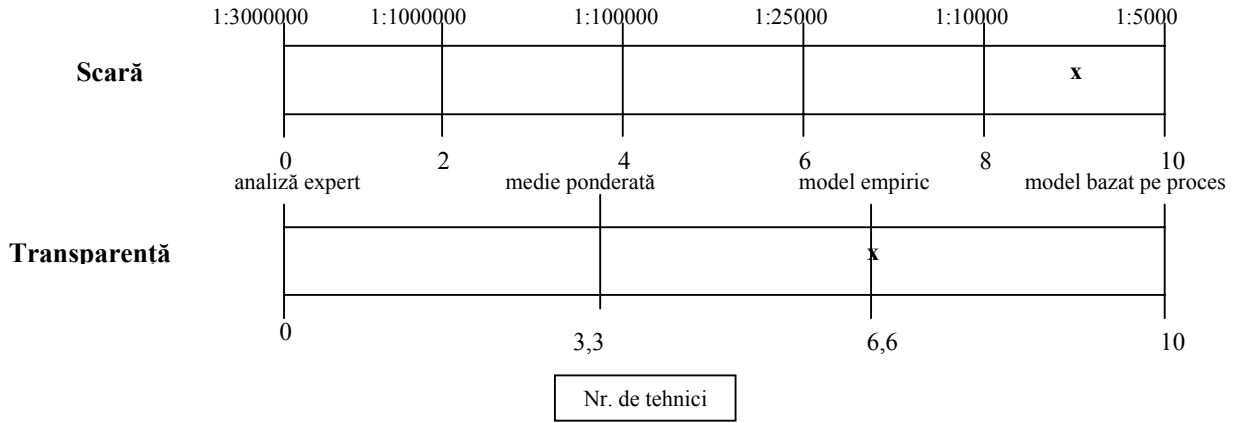
Metodologiile de estimare a riscului de apariție a eroziunii prin apă au fost oficializate doar în țările în care eroziunea constituie o problemă majoră, cum ar fi Spania și Italia. Prin urmare țările care nu întâmpină probleme de această natură, deoarece, de exemplu prezintă o topografie plană (de ex. Olanda), nu au implementat o metodologie standard de estimare a riscului la eroziune. Informațiile care vor fi prezentate în continuare au fost selectate din literatura de specialitate și din chestionarele care au fost elaborate astfel încât să furnizeze informații privind situația existentă în alte țări europene, în ceea ce privește metodologiile de estimare a riscului la degradare prin eroziune. Chestionarele au fost trimise în diferite țări europene către factori decizionali, cercetători și experți în domeniu.

În continuare va fi prezentată lista chestionarelor returnate din diferite țări europene. Aceasta este completată cu informații culese din literatură în ceea ce privește metodologiile de estimare a riscului la eroziune care pot fi aplicate la nivelul regiunilor mediteraneene și a întregului continent european, fiind realizată de asemenea, o evaluare generală a acestei problematice.

Chestionarul prezintă în primă fază o vedere de ansamblu a metodologiei de estimare a riscului la eroziune propusă, de exemplu, în cadrul unei anumite țări, ținând cont de criteriile stabilite de Eckelman și colab. (2006). Apoi sunt date indicații despre *scară, transparență, complexitate, eficiență din punct de vedere al costurilor și ambiguitate*. Informațiile furnizate au fost apoi adunate într-o bază de date, care va fi utilizată ulterior pentru stabilirea criteriilor de armonizare a diferitelor metodologii propuse și chiar aplicate.

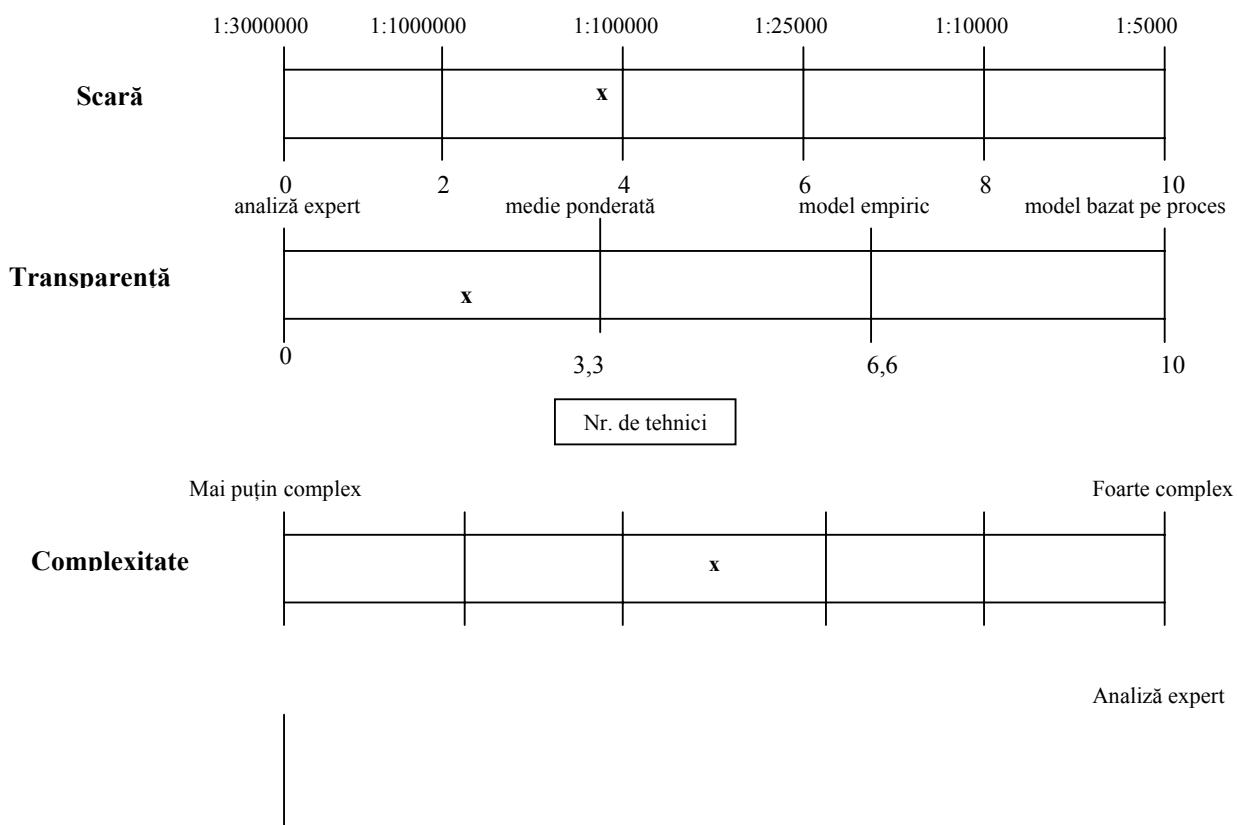
#### Descrierea metodologiei de estimare a riscului 1: Germania

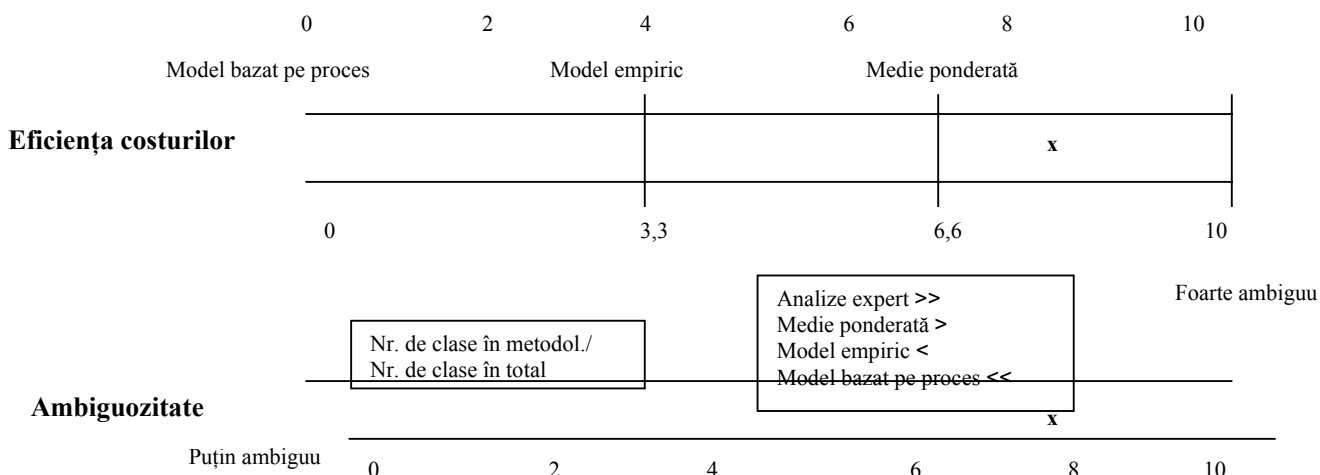
Țară	Germania (Nordrhein Westfalen)	
Scop	Hartă de vulnerabilitate	
Instituție	Agenția de Stat pentru Mediu North-Rhine Westfalia	
Metodologie	Abordare cantitativă; modelare empirică	
	Date	Textura solului, topografie, climat
	Tehnici	Modelare, utilizarea indicatorilor și valorilor limită, SIG
	Scară de aplicare	Locală - regională
Documente	Hartă de vulnerabilitate	
Comentarii	S-au utilizat parametrii USLE	
Pagină web	<a href="http://www.scilands.de/index.htm">http://www.scilands.de/index.htm</a> → eroziune	
Rezoluție	Spațială	Acoperire regională
	Temporală	Scăzută
Date solicitate	Calitate a datelor moderată, fără monitoring	
Utilizarea modelelor și date calibrate	Simplificarea modelului empiric ABAG (- USLE)	
Date existente și scara	Nu	
Senzitivitate	Moderată	
Rezultate estimate	Rate ale eroziunii-valori absolute	



## Descrierea metodologiei de estimare a riscului 2: Polonia

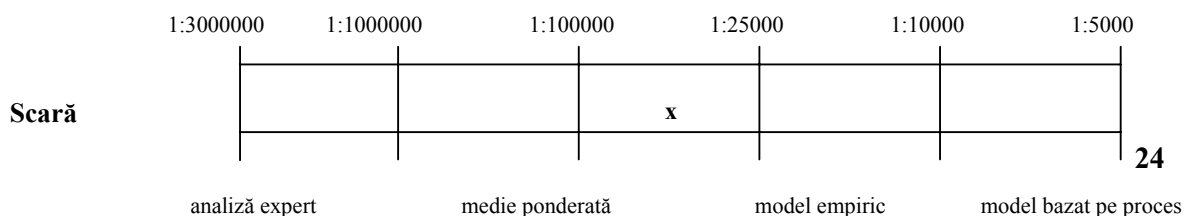
Țară	Polonia	
Scop	Hartă de vulnerabilitate, hartă de risc	
Instituție	Institutul de Cercetări pentru Știința Solului și Cultivarea Plantelor	
Metodologie	Abordare calitativă; analiză expert	
	Date	Tip de sol, topografie, utilizarea terenului, practici de conservare, climat
	Tehnici	Utilizarea indicatorilor, SIG, modelare, determinări în câmp, analize de laborator
	Scară de aplicare	Regională (1:300000)
	Extra	Ia în considerare parțial eroziunea prin vânt
Documente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Harta cu risc potențial la eroziune prin apă</li> <li>Harta cu risc actual la eroziune prin apă</li> </ul>	
Pagină web	<a href="http://www.erozja.jung.pulawy.pl/">http://www.erozja.jung.pulawy.pl/</a>	
Literature	Wawer și Nowocien, 2007	
Rezoluție	Spațială	Acoperire regională și națională
	Temporală	Scăzută
Date solicitate	Calitate a datelor moderată, monitoring	
Utilizarea modelelor și date calibrate	EROSION 3D, SINMAP, SWAT, Model de bazin, în fază de implementare	
Date existente și scara	Da	
Senzitivitate	Ridicată	
Rezultate estimate	Clase de eroziune	



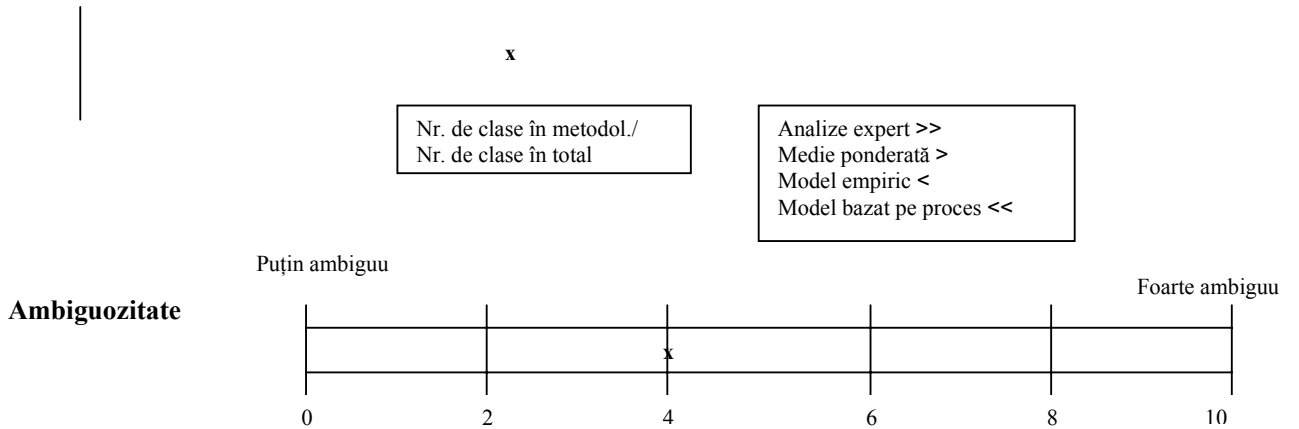
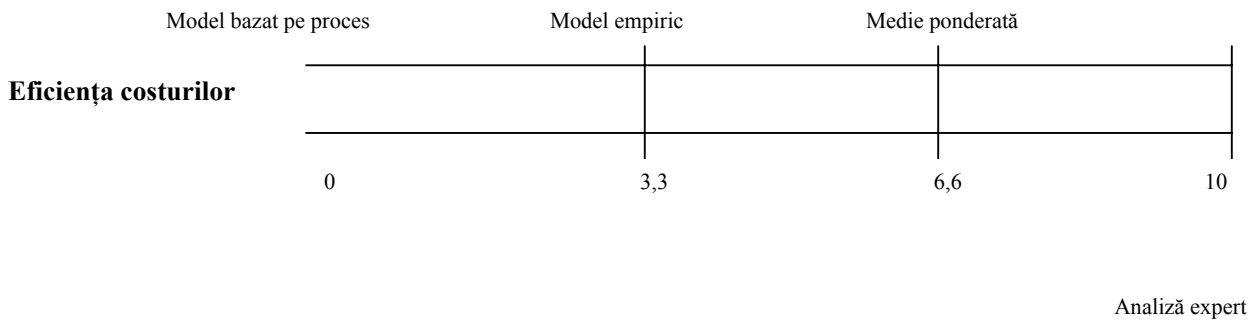
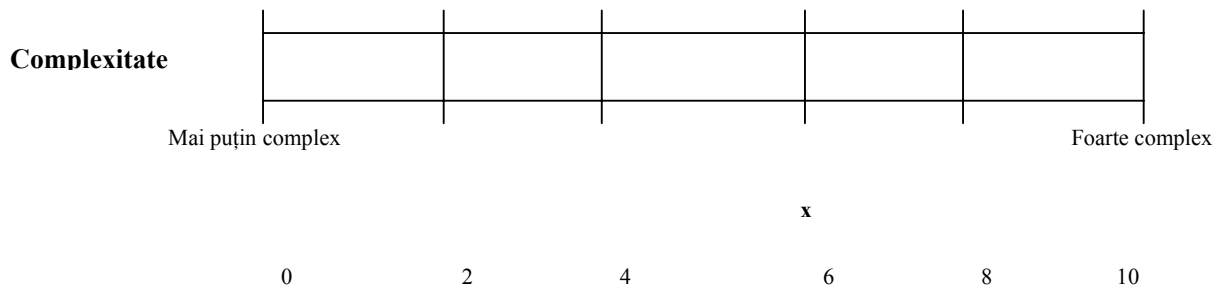
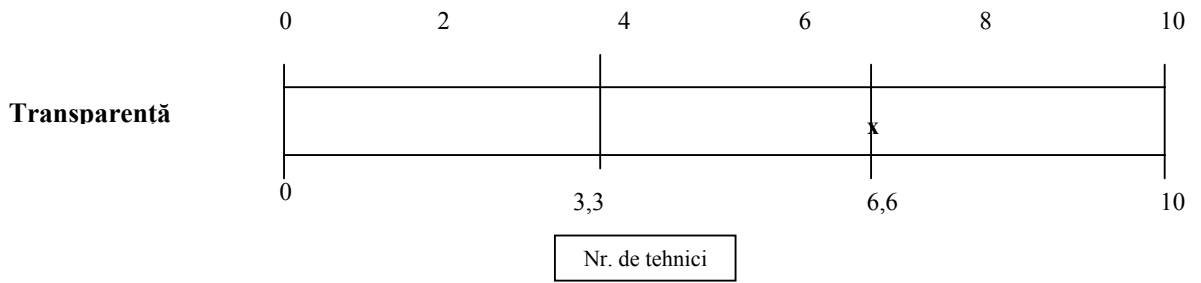


### Descrierea metodologiei de estimare a riscului 3: Spania

Țară	Spania	
Scop	Hartă de vulnerabilitate, hartă de calamitate	
Instituție	Ministerul Mediului	
Metodologie	Abordare cantitativă; modelare empirică	
	Date	Tip de sol, textura solului, proprietăți hidraulice, topografie, utilizarea terenului, practici de conservare, climat, condiții hidrologice
	Tehnici	Utilizarea valorilor limită, indicatori, SIG, modelare, determinări în câmp, analize de laborator
	Scară de aplicare	Regională (1:50000)
Documente	Hartă de vulnerabilitate, hartă cu risc la eroziune	
Comentarii	ICONA a efectuat activitatea în anii '80 (de ex. aplicarea modelului USLE) la scara 1:400000 Din 2001, Ministerul Mediului realizează Inventarul Național de Eroziune a Solului (INES); hărțile cu risc sunt în curs de elaborare, este planificat să fie terminate în 2012. Include multiple forme de eroziune	
Pagină web	<a href="http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/inventarios/ines/#objetivos">http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/inventarios/ines/#objetivos</a>	
Rezoluție	Spațială	Acoperire națională
	Temporală	Moderată (10 ani)
Date solicitate	Monitoring	
Utilizarea modelelor și date calibrate	RUSLE	
Date existente și scara	Da; de la 1:50000 la 1: 250000. Scara de lucru 1:50000, datele de ieșire cartografice pentru provincii 1:250000	
Senzitivitate	-	
Rezultate estimate	Rate de eroziune-valori absolute	

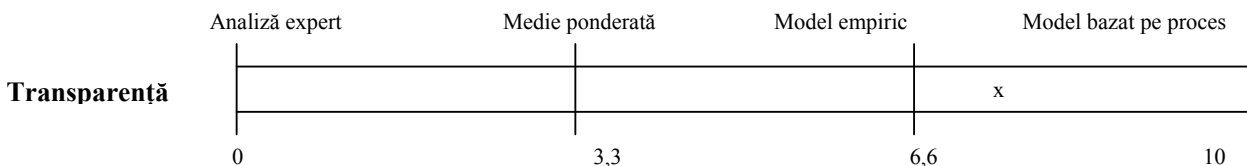
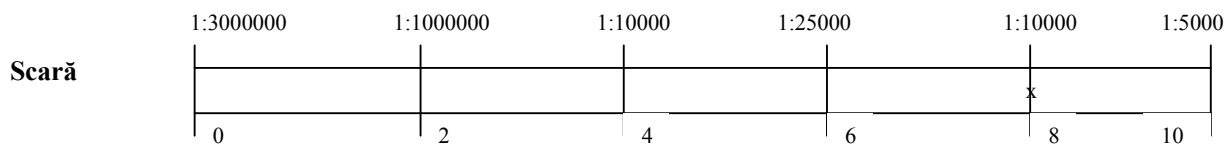




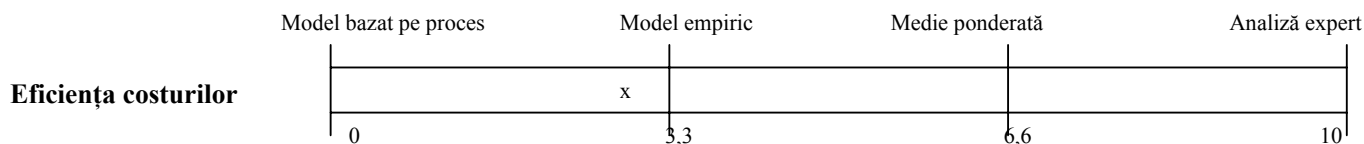
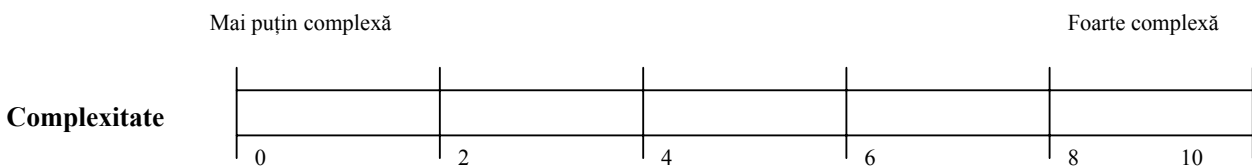


#### Descrierea metodologiei de estimare a riscului 4: Finlanda

Țară		Finlanda
Scop		Hartă de vulnerabilitate, hartă de risc
Instituție		Institutul Finlandez de Cercetare a Mediului
Metodologie		Abordare cantitativă: modelare bazată pe proces; modelare empirică
	Date	Tip de sol, textura solului, proprietăți hidraulice, topografie, utilizarea terenului, practici de conservare, climat, condiții hidrologice, date istorice
	Tehnici	Utilizarea indicatorilor, SIG, modelare, determinări în câmp, analize de laborator, date istorice, analize expert
	Scară de aplicare	Municipalitate
Documente		Hartă de vulnerabilitate, hartă cu risc la eroziune
Comentarii		Scopul principal este transportul de nutrienți Modelul utilizează componente ale USLE
Pagină web		<a href="http://www.environment.fi">www.environment.fi</a>
Literatură		Tattari și colab., 2001 Tattari și Rekolainen, 2006
Rezoluție	Spațială	Acoperire națională
	Temporală	1 an
Date solicitate		Calitate moderată a datelor, monitoring
Utilizarea modelelor și date calibrate		ICECREAMS (-CREAMS)
Date existente și scara		Da
Senzitivitate		-
Rezultate estimate		Rate de eroziune-valori absolute

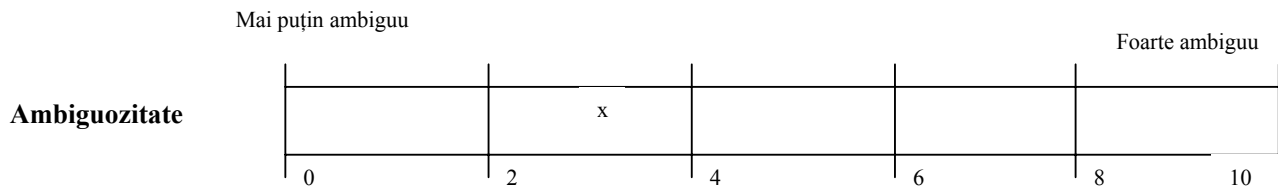


Nr. total de tehnici



Nr. de clase în metodol./  
Nr. de clase în total

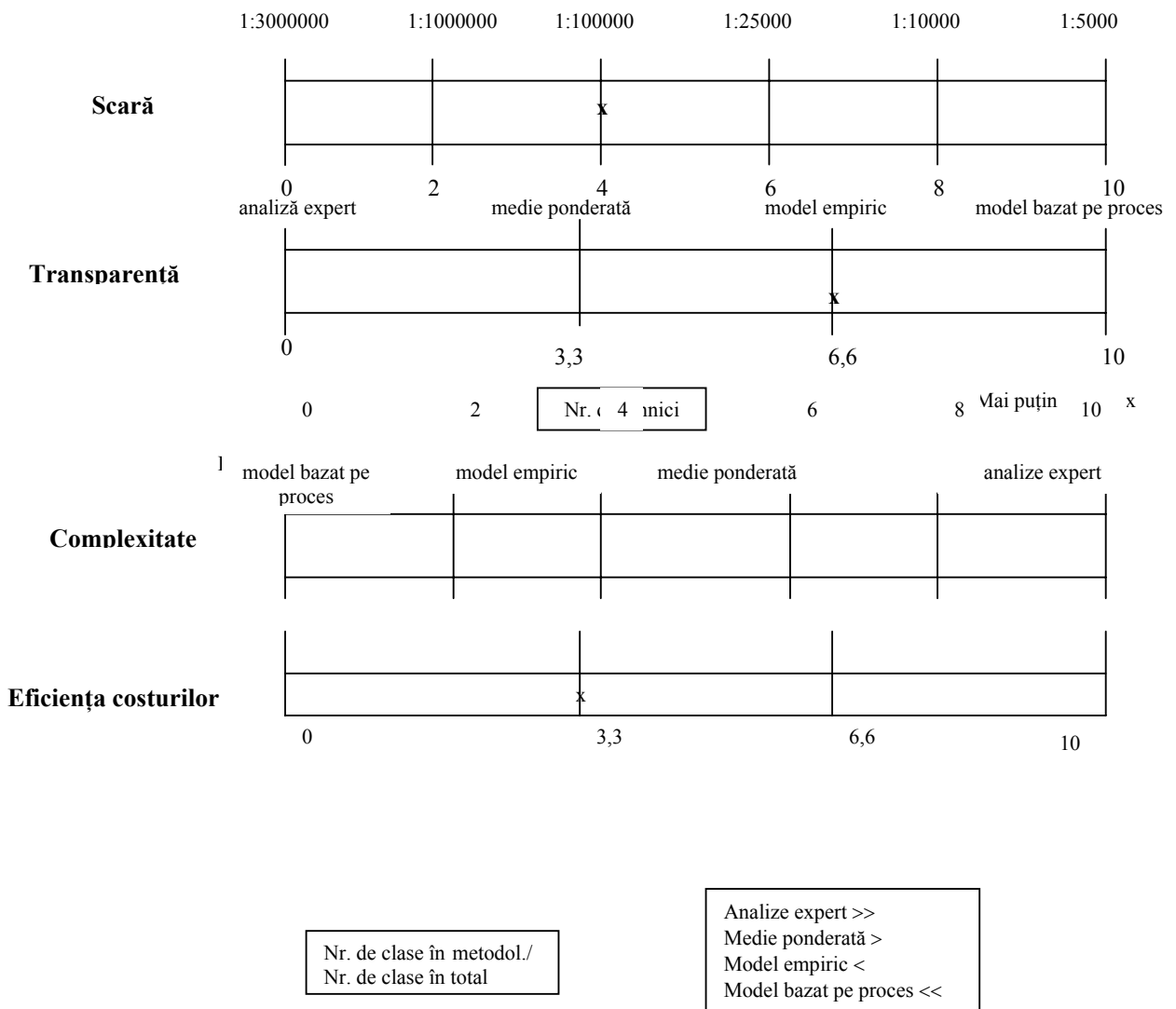
Analize expert >>  
Medie ponderată >  
Model empiric <  
Model bazat pe proces <<



**Descrierea metodologiei de estimare a riscului 5: Ungaria**

Țară		Ungaria
Scop		Hartă de vulnerabilitate, hartă de risc, hartă de calamitate
Instituție		Academia Ungară de Științe
Metodologie		Abordare cantitativă: modelare empirică
	Date	Tip de sol, textura solului, topografie, utilizarea terenului, practici de conservare, climat, condiții hidrologice, date istorice
	Tehnici	Utilizarea valorilor limită, indicatori, nivele de toleranță, SIG, modelare, determinări în câmp, analize de laborator, date istorice
	Scară de aplicare	Regională (1:100000)
	Extra	Nivele de toleranță socio-economice și fizice bine

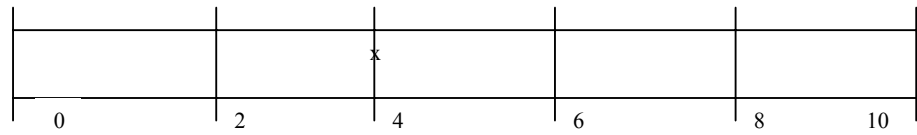
		definite. Analiză de scenarii privind modificarea utilizării terenului pentru a stabili suprafețele potențial susceptibile
Documente		Hartă de vulnerabilitate, hartă cu risc la eroziune la nivel național, hartă de calamitate
Comentarii		Aplicarea modelului USLE deoarece alte modele necesită prea multe date, care nu sunt accesibile (digital) la nivelul întregii țări. Fără eroziune de adâncime
Pagină web		<a href="http://www.mkk.szie.hu/-centeri/pubi.html">http://www.mkk.szie.hu/-centeri/pubi.html</a>
Literatură		Centeri și colab., 2002 Kertesz și Centeri, 2006
Rezoluție	Spațială	Acoperire națională și regională
	Temporală	Scăzută
Date solicitate		Calitate moderată a datelor, monitoring, măsurători recomandate în câmp
Utilizarea modelelor și date calibrate		Modelul USLE
Date existente și scara		Da, scara 1:100000 (baza de date CORINE)
Susceptibilitate		Scăzută
Rezultate estimate		Rate de eroziune-valori absolute



Mai puțin ambiguu

Foarte ambiguu

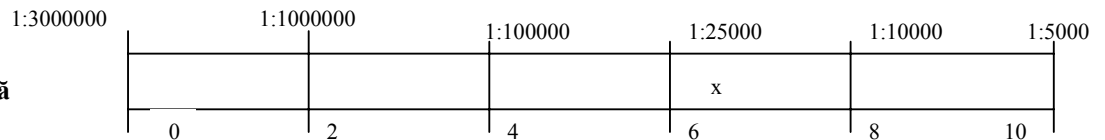
**Ambiguoazitate**



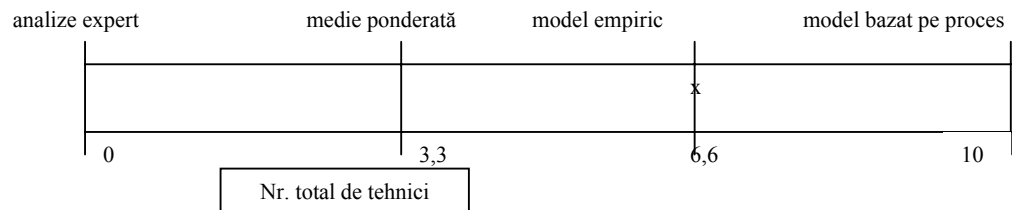
**Descrierea metodologiei de estimare a riscului 6: Belgia**

Țară		Belgia (Flandra)
Scop		Hartă de vulnerabilitate
Instituție		Guvernul Flandrei
Metodologie		Abordare cantitativă: modelare empirică
	Date	Tip de sol, textura solului, topografie, utilizarea terenului, climat
	Tehnici	Utilizarea valorilor limită, indicatori, SIG, modelare
	Scară de aplicare	Locală - bazin
Documente		Hartă de vulnerabilitate, hartă de eroziune potențială, hartă de eroziune actuală
Comentarii		Parametri de pantă USLE adaptați Modelare parțială a eroziunii de canal Simularea eroziunii prin apă și datorată lucrărilor solului Evaluează ale efectelor de lungă durată ale eroziunii Dezvoltat ca instrument legislativ
Literatură		Vandekerckove și colab., 2003
Rezoluție	Spațială	Acoperire regională
	Temporală	1 an
Date solicitate		Calitate bună a datelor, fără monitoring
Utilizarea modelelor și date calibrate		RUSLE
Date existente și scara		Da
Senzitivitate		Ridicată
Rezultate estimate		Rate de eroziune-valori absolute

**Scară**

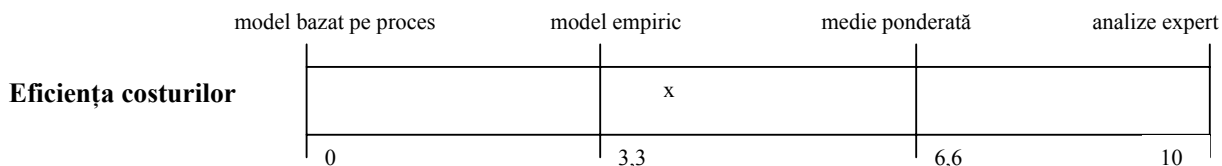
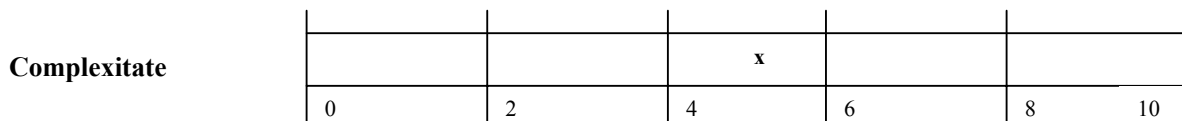


**Transparență**

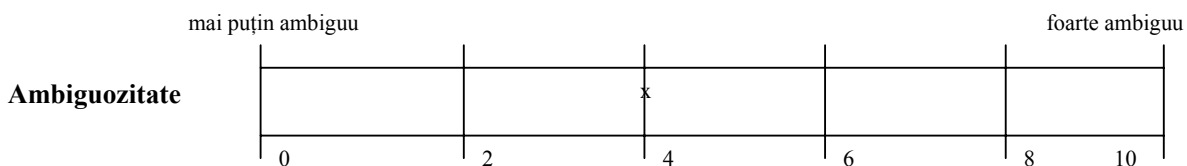


Mai puțin complex

Foarte complex

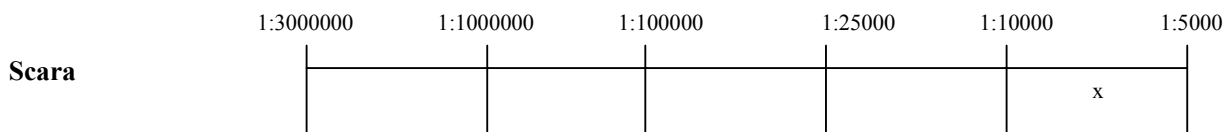


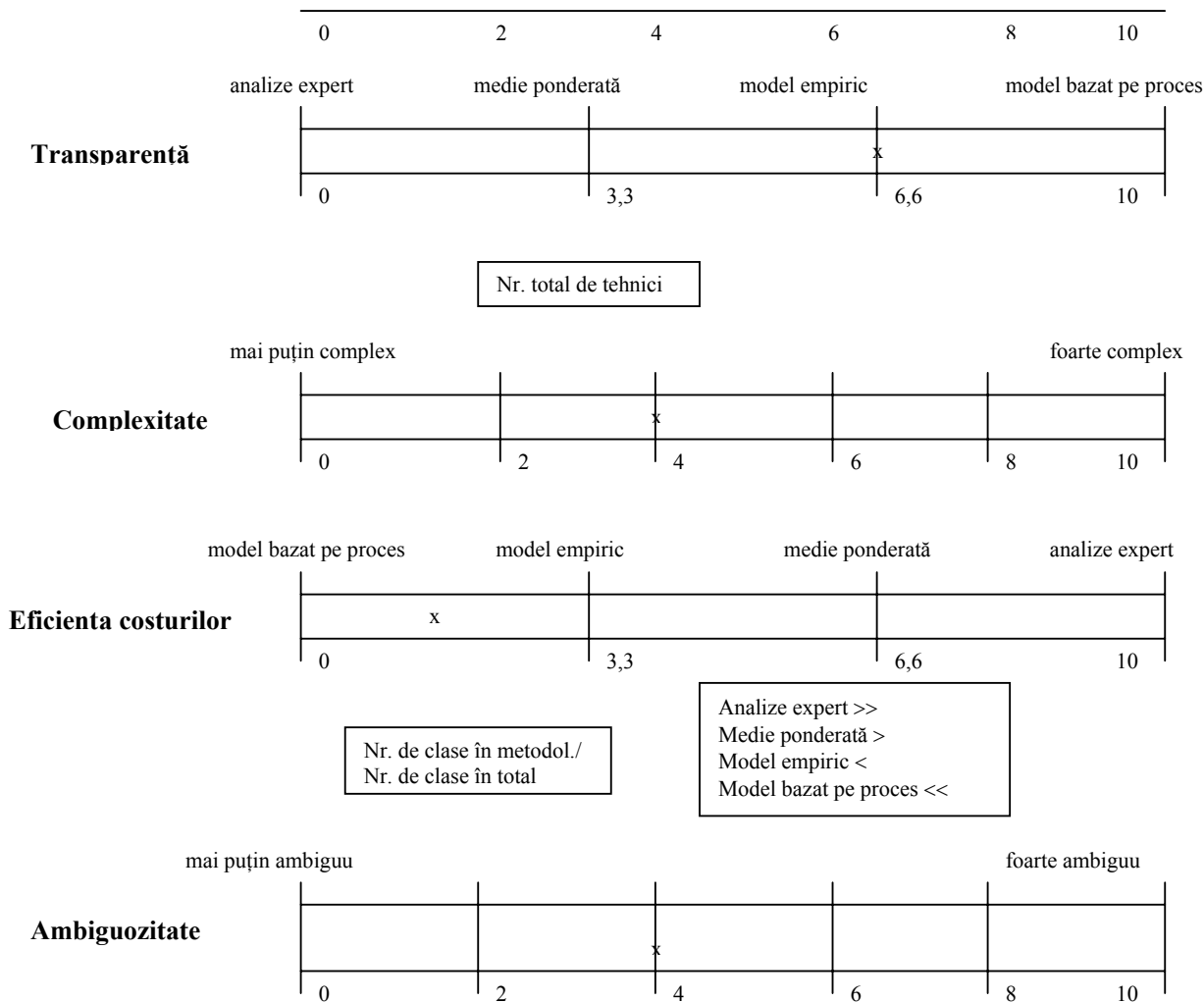
Nr. de clase în metodol./ Nr. de clase în total	Analize expert >> Medie ponderată > Model empiric < Model bazat pe proces <<
--	---



### Descrierea metodologiei de estimare a riscului 7: Norvegia

Țară	Belgia (Flandra)	
Scop	Hartă de risc	
Instituție	Universitatea Agricolă a Norvegiei	
Metodologie	Abordare cantitativă: modelare empirică	
	Date	Tip de sol, textura solului, proprietăți hidraulice, topografie, practici de conservare, climat
	Tehnici	Utilizarea valorilor limită, indicatori, SIG, modelare
	Scară de aplicare	Locală (1:5000)
Documente	Hartă de risc la eroziune	
Comentarii	Utilizarea parametrilor USLE, deși acestia nu iau în considerare eroziune datorată topirii zăpezilor, importantă în Norvegia	
Pagină web	<a href="http://www.skogoglandskap.no/kart/remakart_erosjon">http://www.skogoglandskap.no/kart/remakart_erosjon</a>	
Literatură	Ozgarden și colab., 2006	
Rezoluție	Spațială	Acoperire regională
	Temporală	Scăzută
Date solicitate	Calitate moderată a datelor, fără monitoring	
Utilizarea modelelor și date calibrate	USLE, calibrat pentru condițiile din Norvegia	
Date existente și scara	Nu	
Senzitivitate	Moderată	
Rezultate estimate	Rate de eroziune-valori absolute	

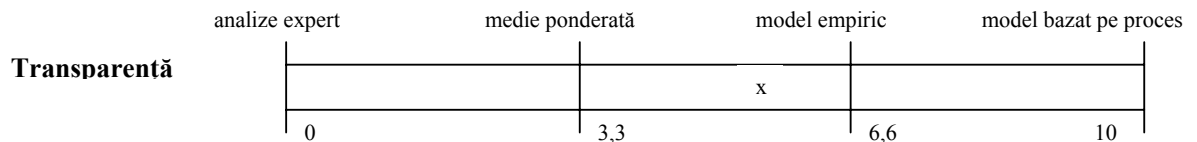
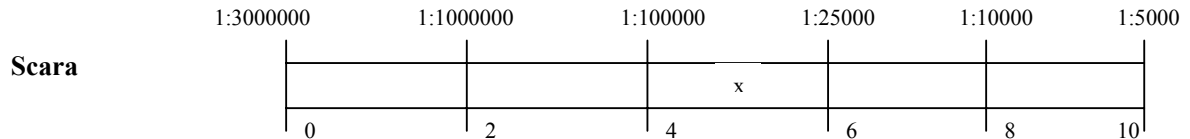




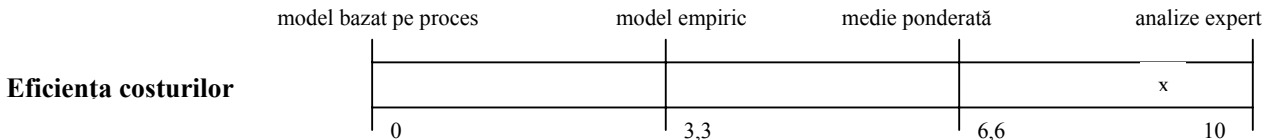
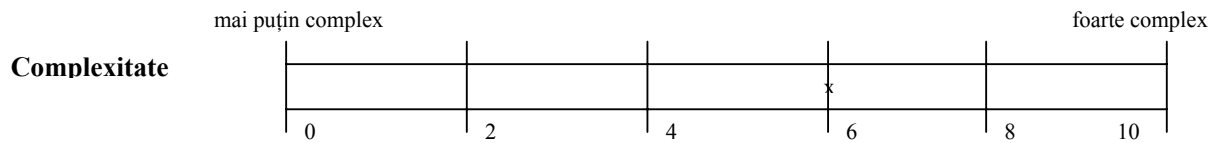
### Descrierea metodologiei de estimare a riscului 8: Franța

Țară	Franța	
Scop	Hartă de risc	
Instituție	Institutul de Cercetări Agricole (INRA)	
Metodologie	Abordare calitativă: abordare factorială	
	Date	textura solului, tipul de sol, formarea crustei, proprietăți hidraulice, topografie, utilizarea terenului, practici de conservare, climat
	Tehnici	SIG, modelare, medie ponderată, analize expert, analize de laborator
	Scară de aplicare	Bazin (1:25000) - regională
Documente	Hartă de risc la eroziune actual	
Comentarii	Estimarea riscului bazat pe factori, Bazat pe teoria graf Metodă diversă și simplă Estimate diferite tipuri de eroziune	
Pagină web	<a href="http://erosion.orleans.inra.fr/alea_france_version2000/index.html">http://erosion.orleans.inra.fr/alea_france_version2000/index.html</a>	
Literatură	Le Bissonnais și colab., 2001 Gobin și colab., 2006	

Rezoluție	Spațială	Acoperire națională, rezoluție înaltă accesibilă la diferite nivele
	Temporală	Scăzută
Date solicitate		Calitate a datelor eterogenă și rezoluție
Utilizarea modelelor și date calibrate		Clasificare multifactorială ierarhică empirică Validarea modelului de experți și măsurători în câmp
Date existente și scara		Da, de la 1:100000 la 1:5000000 (baza de date CORINE)
Senzitivitate		Scăzută
Rezultate estimate		Clase de eroziune



Nr. total de tehnici



Nr. de clase în metodol./  
Nr. de clase în total

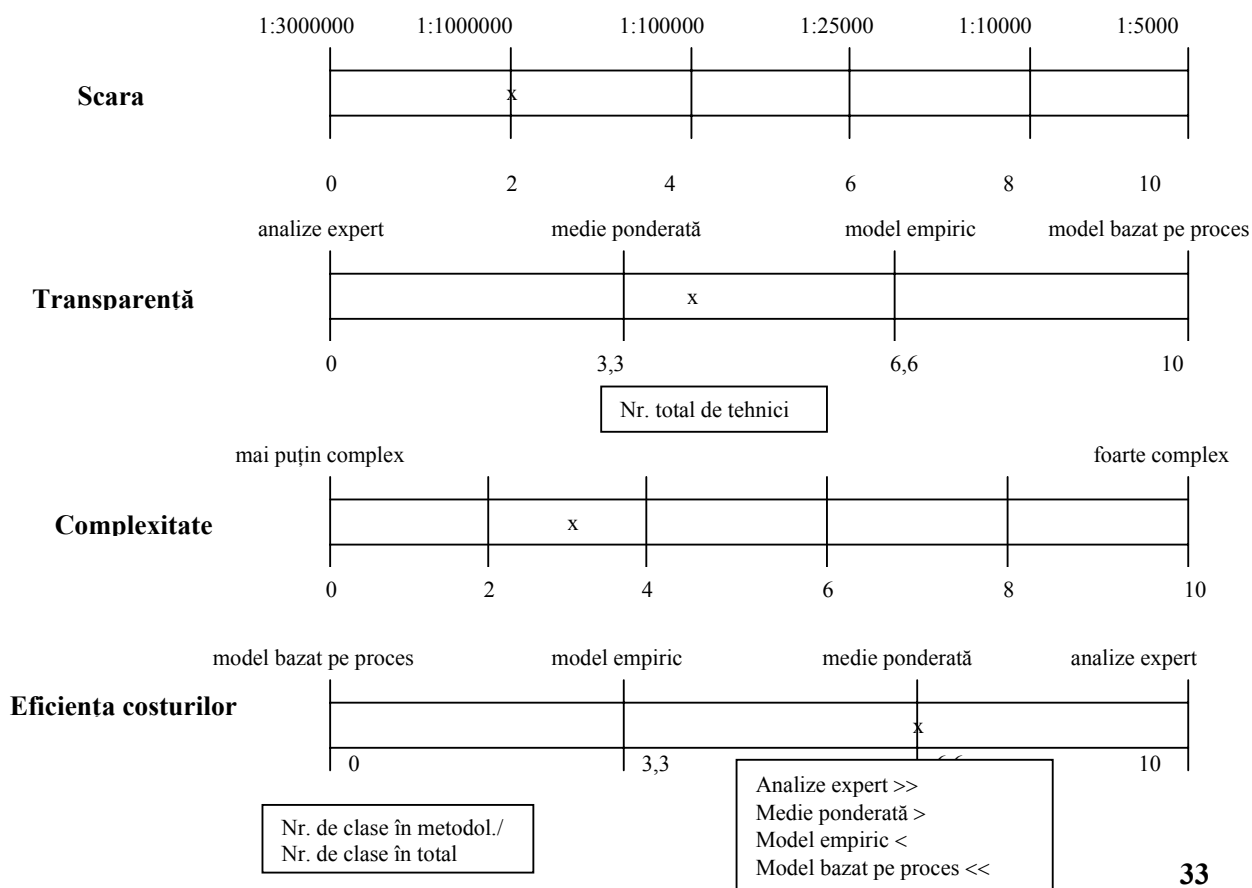
Analize expert >>  
Medie ponderată >  
Model empiric <  
Model bazat pe proces <<





## Descrierea metodologiei de estimare a riscului 9: CORINE

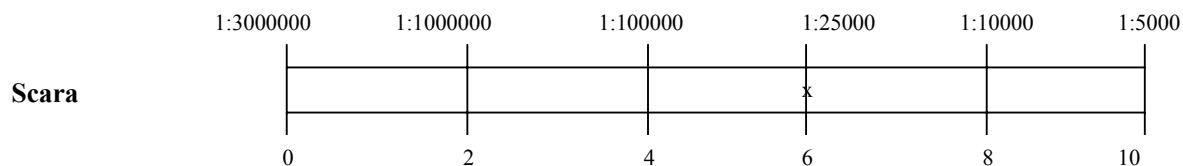
Țară	Spania, Portugalia, Italia, Grecia, Sudul Franței	
Scop	Hartă de risc	
Instituție	Agenția de Mediu Europeană (EEA)	
Metodologie	Abordare calitativă: abordare factorială	
	Date	Textura solului, adâncimea profilului de sol, conținutul de pteriș, topografie, utilizarea terenului, climat
	Tehnici	SIG, modelare, analize expert
	Scară de aplicare	Națională (1:1000000)
Documente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hartă de risc la eroziune potențial</li> <li>Hartă cu risc la eroziune actual</li> </ul>	
Comentarii	Utilizarea parametrilor USLE Estimarea ricolui bazată pe factori Dezvoltată ca un instrument legislativ Dezvoltarea bazei de date CORINE extensivă	
Pagină web	<a href="http://dataservice.eea.europa.eu/dataservice/metadet">http://dataservice.eea.europa.eu/dataservice/metadet</a>	
Literatură	CORINE, 1992	
Rezoluție	Spațială	Acoperire europeană/națională, rezoluție scăzută
	Temporală	Scăzută
Date solicitate	Calitate a datelor moderată, necesar monitoring	
Utilizarea modelelor și date calibrate	USLE, simplificată și modificată pentru condiții europene Clasificare multifactorială ierarhică empirică	
Date existente și scara	Da, de la 1:100000 la 1:3000000 (baza de date CORINE)	
Senzitivitate	Scăzută	
Rezultate estimate	Clase de eroziune	

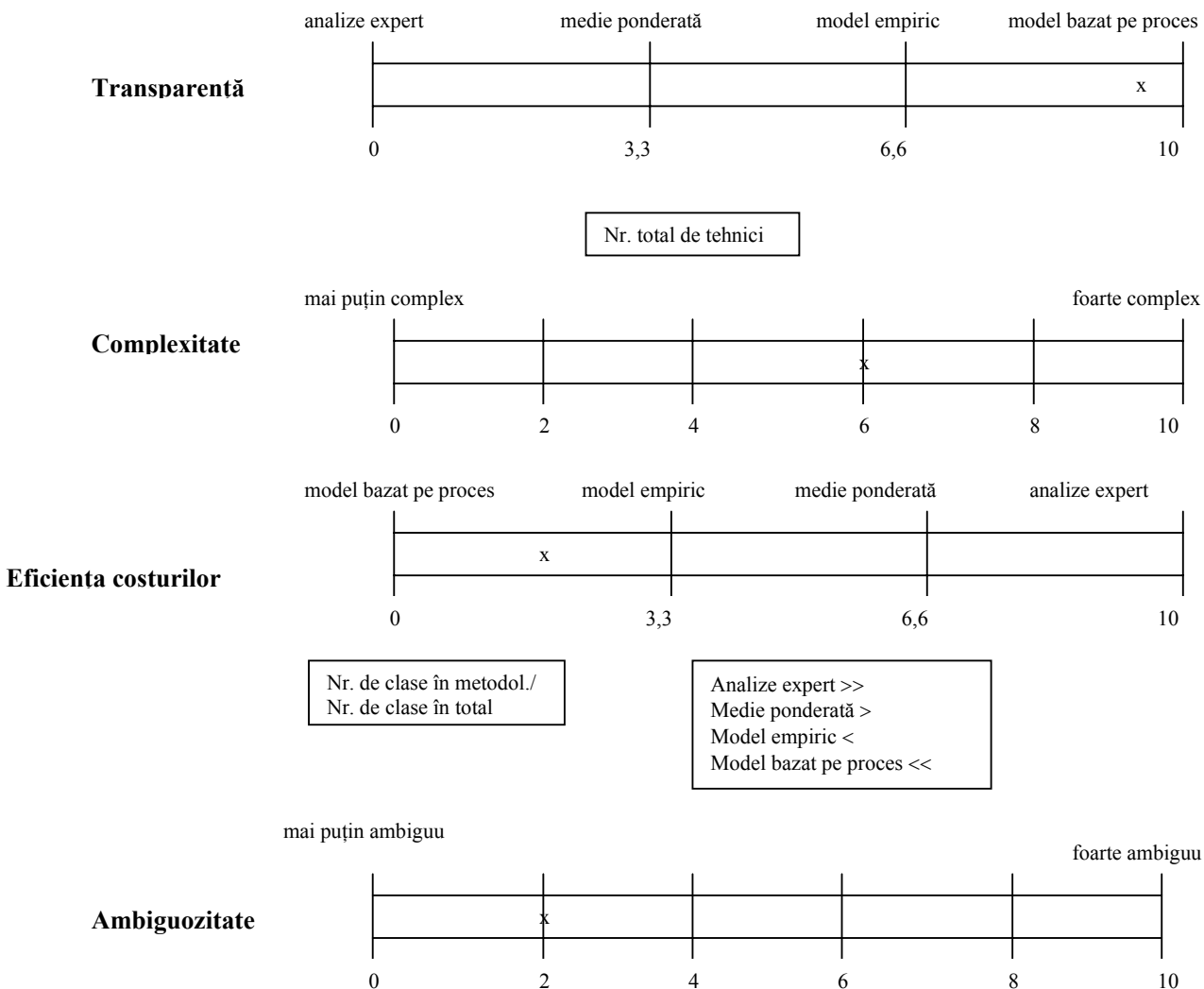




### Descrierea metodologiei de estimare a riscului 10: PESERA

Țară	Europa	
Scop	Hartă de risc	
Instituție	Centrul European Comun de Cercetare (JRC)	
Metodologie	Abordare cantitativă: modelare bazată pe proces fizic	
	Date	Textura solului, proprietăți hidraulice, topografie, utilizarea terenului, practici de conservare, climat, condiții hidraulice
	Tehnici	Utilizarea valorilor limită, indicatori, SIG, modelare, măsurători în câmp
	Scară de aplicare	Bazin – regional – național - European
Documente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hartă de risc la eroziune potențial</li> <li>• Hartă cu risc la eroziune actual</li> </ul>	
Comentarii	Alternativă pentru USLE Dezvoltată pentru condiții europene Instrument legislativ Adecvată pentru analizele de scenarii Îmbunătățirea simulării cu date de sol, climatice și de utilizare a terenului mai precise	
Pagină web	<a href="http://eusoirs.jrc.it/ESDB_Archive/pesera/pesera_data.html">http://eusoirs.jrc.it/ESDB_Archive/pesera/pesera_data.html</a>	
Literatură	Van Rompaey și colab., 2003 Gobin și colab., 2004 Kirkby și colab., 2004 Jetten și Favis-Mortlock, 2006	
Rezoluție	Spațială	Rezoluție înaltă (1:100000)
	Temporală	Ridicată (1 lună)
Date solicitate	Numeroase, calitate a datelor bună, necesar monitoring	
Utilizarea modelelor și date calibrate	Model PESERA, validată la scară de bazin și câmp și rezultatele sunt comparate cu alte metode de estimare	
Date existente și scara	Da, de la 1:100000 la 1:5000000 (baza de date CORINE combinată cu alte baze de date)	
Senzitivitate	Ridicată	
Rezultate estimate	Rate de eroziune – valori absolute	

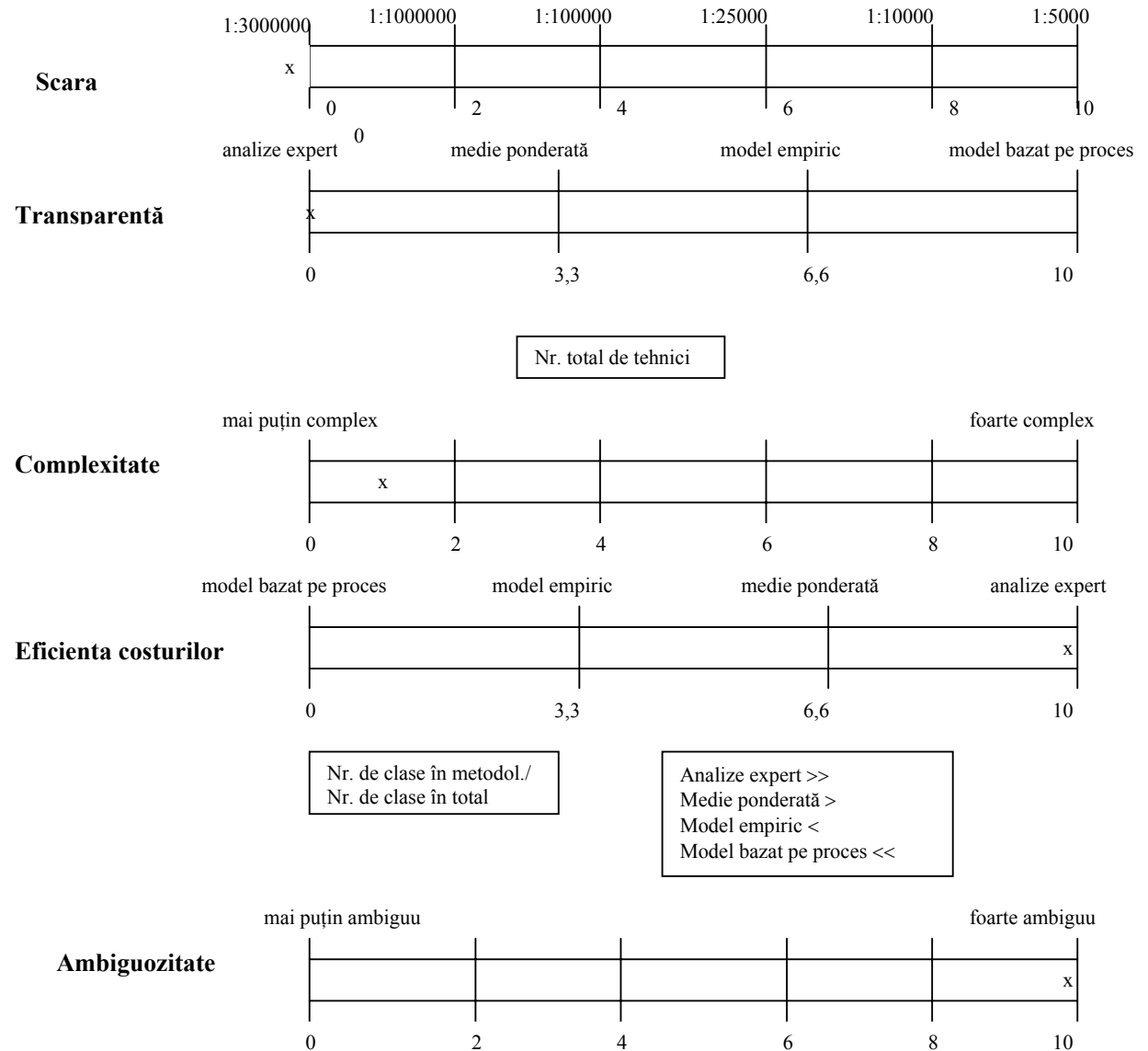




### Descrierea metodologiei de estimare a riscului 11: GLASOD

Țară	Nivel global	
Scop	Hartă a stării de degradare actuală	
Instituție	Institut de Cercetare (ISRIC)	
Metodologie	Abordare calitativă: analiză expert	
	Date	Gradul de degradare al solului
	Tehnici	Analize expert
	Scară de aplicare	Continentală (1:1000000)
Documente	Hartă care prezintă gradul actual de degradare al solului	
Comentarii	Privind degradarea solului în general (incluzând eroziunea prin apă și vânt) Potențial subiectivă datorită analizei expert Instrument legislativ	
Pagină web	<a href="http://www.isric.org/UK/About+ISRIC/Projects/Track+Record/GLASOD.htm">http://www.isric.org/UK/About+ISRIC/Projects/Track+Record/GLASOD.htm</a>	
Literatură	Gobin și colab., 2006 Oldeman și colab., 1991	
Rezoluție	Spațială	Acoperire globală; Rezoluție scăzută
	Temporală	Scăzută

Date solicitate	Indicație relativă și generală asupra stării de degradare a solului
Utilizarea modelelor și date calibrate	-
Date existente și scara	Da
Senzitivitate	Scăzută
Rezultate estimate	Clase de degradare



#### 4. Activitatea 1.5. Evaluarea chestionarelor

Pentru a putea compara în mod uniform și obiectiv metodologiile de estimare a riscului de degradare a solului prin eroziune este necesară o metodologie standard. O evaluare de ansamblu a acestor metodologii trebuie să includă criteriile cum ar fi: accesibilitatea, caracterul complet, ambiguitatea, transparența, robustețea, gradul de susținere și documentare.

Aceste metodologii de estimare a riscului de apariție a eroziunii trebuie aplicate în mod uniform, în regiuni cu condiții specifice locale diferite, astfel că este necesar să fie robuste și

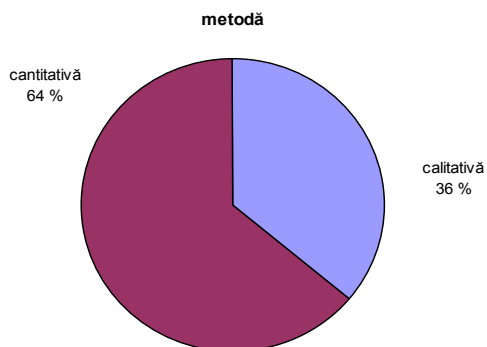
flexibile din punct de vedere al tendințelor ulterioare, al diferențelor regionale și diversității climatice. În acest studiu sunt luate în considerare acele metodologii care au un statut oficial sau care sunt recunoscute științific.

Metodologiile de estimare a riscului la eroziune au fost analizate din punct de vedere al modului de abordare, al scopului, al instituțiilor care le-au executat, al utilizării datelor existente, al datelor de ieșire sau obținute și al scării la care sunt realizate. În consecință a fost realizată o analiză mai detaliată luând în considerare cinci indicatori: *scara*, *transparența*, *complexitatea*, *eficiența costurilor* și *ambiguitatea*. Metodologiile de estimare a riscului la eroziune au fost clasificate în funcție de fiecare indicator în parte, iar rezultatele au fost apoi reprezentate în grafice de tip spider care au conținut cinci axe pentru cei cinci indicatori analizați. Fiecare indicator a fost calificat prin note de la 0 la 10, cu diferite valori în funcție de diferite opțiuni. Valorile au fost evaluate în funcție de modul nostru propriu de interpretare a chestionarelor și având informații suplimentare în ceea ce privește diferitele metodologii analizate. În final au fost stabilite nivelele de *robustețe*, *flexibilitate* și *acceptabilitate* al fiecărei metodologii în parte, acestea fiind trei criterii importante pe care o astfel de metodologie trebuie să le îndeplinească.

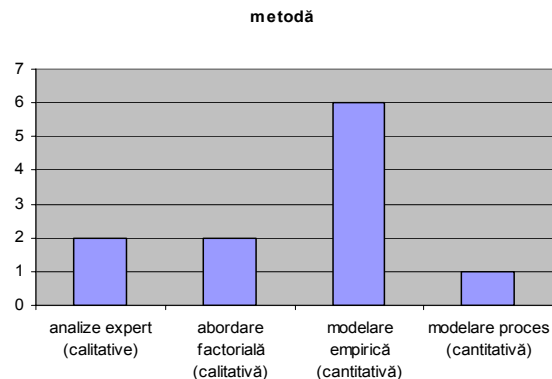
În urma analizării chestionarelor se poate spune că metodologiile de estimare a riscului la eroziune sunt împărțite în trei categorii: 1) bazate pe analize expert, 2) bazate pe metodologia USLE, 3) bazate pe modelarea procesului fizic. Prima abordare este calitativă, în timp ce următoarele două categorii sunt considerate cantitative. Două treimi din metodologiile de estimare a riscului la degradare prin eroziune sunt cantitative, majoritatea utilizând modelul USLE (figura 2). Șapte abordări sunt mai mult sau mai puțin pur cantitative, una dintre ele utilizând în mod izolat modelare bazată pe proces fizic, în timp ce celelalte utilizează numai estimările (R)USLE. Scopul principal al metodologiilor este, fie elaborarea hărților de risc, fie a celor de vulnerabilitate, cu excepția metodei GLASOD, care urmărește cartografierea stării de degradare a solului la nivel global. Mai mult de jumătate din metodologii sunt realizate în institute de cercetare, deși în chestionare sunt prezentate și universități, corpuri guvernamentale. Cu excepția a două dintre metodologii, toate celelalte sunt bazate pe date existente, în general provenite din baze de date cum ar fi CORINE sau LUCAS pentru utilizarea terenului, hărți de sol la scară regională, națională sau mai mare (de ex. baza de date de sol la nivel european), modelele de ridicare topometrică digitale (DEMs) și o diversitate de date climatice (preluate din baza de date MARS). Numai metodologia de estimare a riscului la eroziune nr. 7 își asigură propriile date. Datele de ieșire sau obținute sunt prezentate în valori absolute ( $\text{tone}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ ) sau în clase de eroziune. În general, abordările bazate pe estimările USLE și pe modele fizice prezintă datele obținute în valori absolute. Metodele bazate pe analize de tip expert, pe de altă

parte, prezintă rezultatele obținute în clase, deoarece cuantificarea eroziunii în valori absolute nu este posibilă. În final scările la care se aplică metodologiile sunt împărțite în două categorii: regională și agregată (la nivel local, de bazin, regional, național).

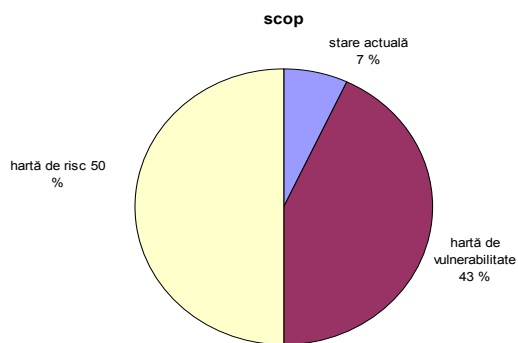
a)



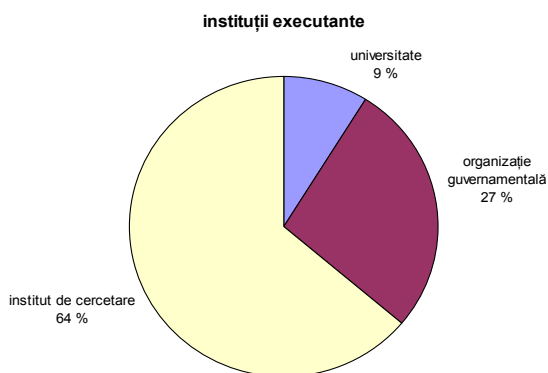
b)



c)

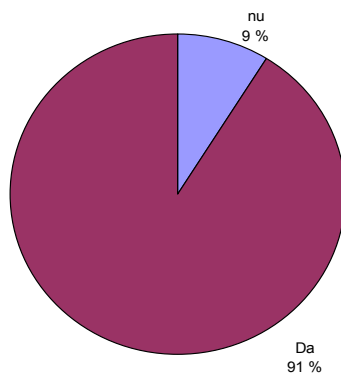


d)



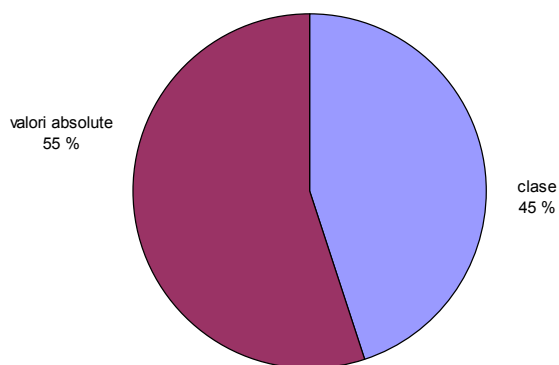
e)

**date existente**



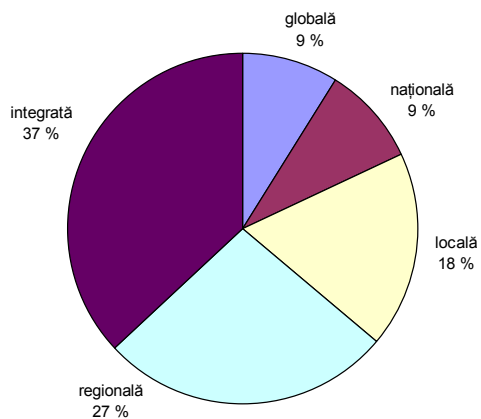
**f)**

**date de ieșire**



**g)**

**scară**



*Fig. 2: Reprezentare grafică a categoriilor de metodologii de estimare a riscului la eroziune, având în vedere: a) și b) metodele utilizate; c) scopul; d) instituțiile executante; e) dacă utilizează datele existente; f) modul de prezentare al datelor de ieșire; g) scara*

## **5. Obiectivul 2 - Analiza comparativă a metodologiilor de evaluare a riscului de degradare agrofizică a solului-eroziunea solului**

### **5. 1. Activitatea 2.2 Studiu comparativ al metodologiilor existente de evaluare a riscului apariției degradării agrofizice a solului, din punct de vedere practic**

Metodologiile de estimare a riscului la degradare prin eroziune au fost comparate în funcție de cinci indicatori (*scară, transparență, complexitate, eficiența costurilor și ambiguitate*). Informațiile culese pentru fiecare metodologie în parte au stat la baza clasificării realizate pentru fiecare tip de indicator.

- *Scara* reprezintă scara de reprezentare a hărților și este totodată legată de disponibilitatea hărților existente.
- *Transparența* pune în evidență aplicabilitatea, claritatea și logica metodei, considerând că analizele expert și modelele fizice au cea mai scăzută, respectiv cea mai ridicată transparență.
- *Complexitatea* se referă la modul de prelucrare al datelor de intrare și cantitatea datelor obținute sau de ieșire, fiind încadrată în categorii, în acord cu numărul de tehnici utilizate (de ex. experiențe în laborator, aplicarea SIG, date istorice etc.) raportat la numărul total de tehnici menționate.
- *Eficiența costurilor* reflectă costurile și mijloacele de realizare a unui scop. Va fi atinsă o eficiență a costurilor ridicată de exemplu, dacă sunt utilizate date existente și metode simple, în timp ce folosirea unor date noi din măsurători de câmp și a unor modele complexe determină o eficiență scăzută a costurilor.
- *Ambiguitatea* se referă la incertitudinea calculelor și a predicțiilor realizate și este mai mult sau mai puțin legată de replicabilitatea rezultatelor obținute. În general, modelarea bazată pe procese fizice are o incertitudine relativ scăzută (replicabilitate ridicată) comparativ cu metodele bazate pe analize expert.

Fiecărui indicator i se atribuie valori de la 0 la 10 (îndicate în scala prezentată în partea stângă a schemei), cu valori diferite pentru opțiuni diferite (figura 3).

Graficele prezentate în figura 4 pun în evidență faptul că există o variabilitate ridicată între diferitele metodologii de estimare a riscului la degradare prin eroziune, deși în unele cazuri modul de abordare este similar. De exemplu, deși metodologiile 1 și 5 aplică estimările realizate de modelul USLE, graficele spider nu sunt similare. De asemenea, metodologia 11 este foarte diferită de celelalte, deoarece este realizată printr-o abordare globală, care implică o largă generalizare și tehnici robuste (exclusiv analizele expert). Mai mult, metodologia 11 nu este



axată doar pe eroziune, ci pe degradarea solului în ansamblu, permițând un interval larg de posibile strategii.

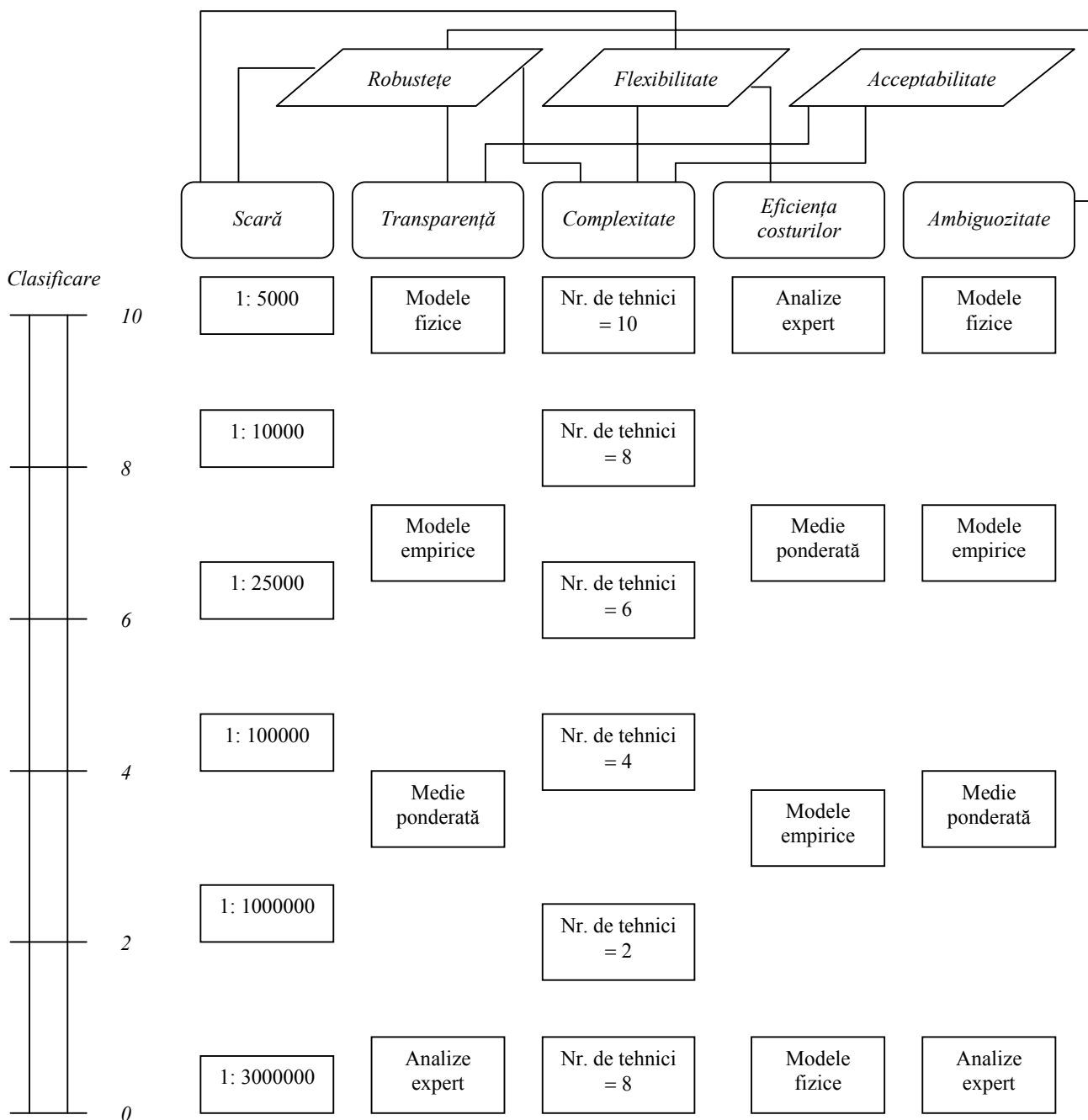
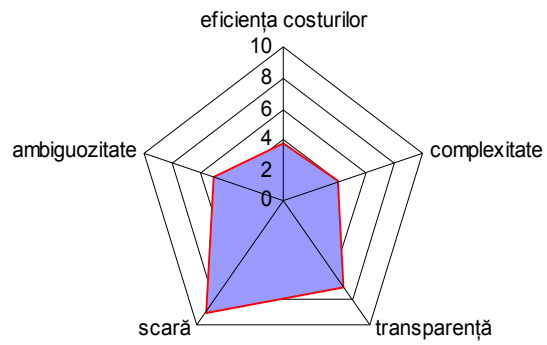
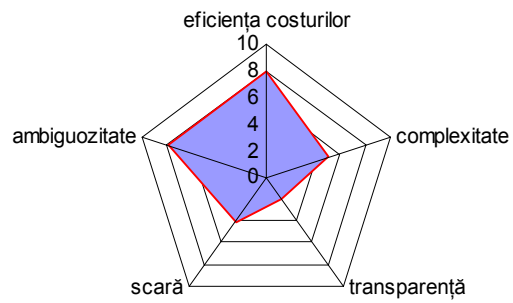


Fig. 3: Graficul evaluării chestionarelor privind metodologiile de estimare a riscului la degradare prin eroziune; fiecare metodologie este evaluată corespunzător fiecărui indicator în parte (scară, transparență, complexitate, eficiență a costurilor și ambiguitate,) cu ajutorul scalei din stânga figurii. Indicatorii au fost evaluați apoi, în funcție de criteriile de armonizare (robustețe, flexibilitate și acceptabilitate), obținându-se astfel o clasificare a metodologiilor de estimare a riscului la eroziune

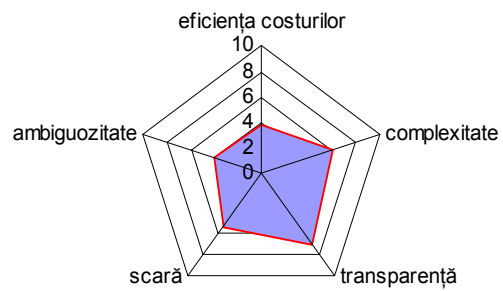
**Germany (Nordrhein Westfalen) (1)**



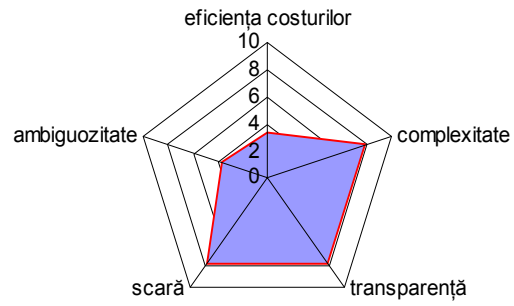
**Polonia (2)**



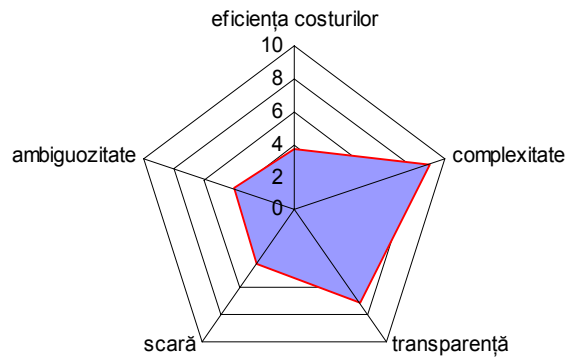
**Spania (3)**



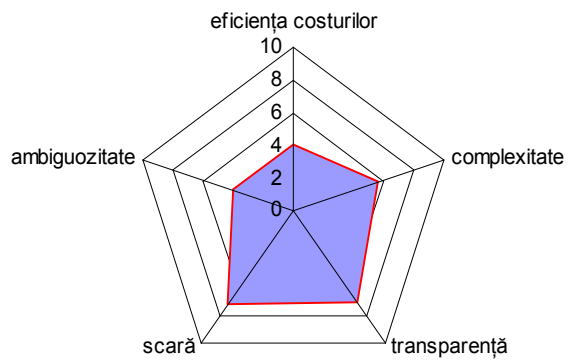
### Finlanda (4)



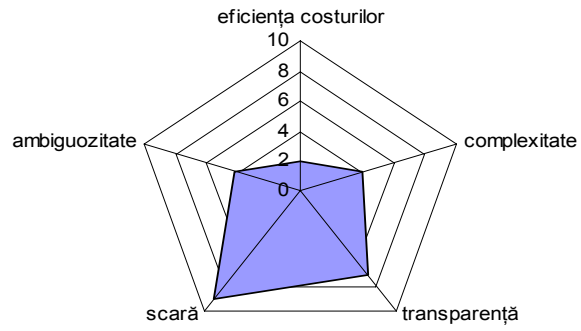
### Ungaria (5)



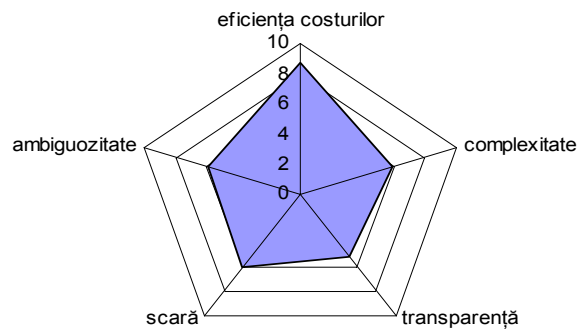
### Belgia (Flandra) (6)



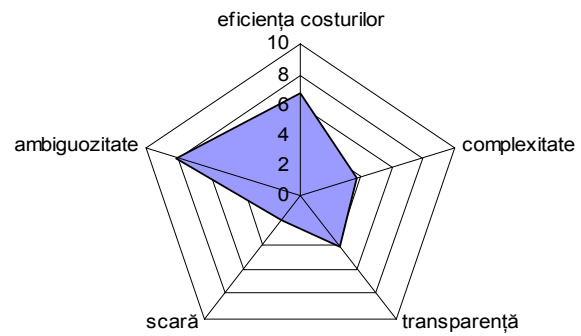
### Norvegia (7)



### Franța (8)



### abordare CORINE (9)



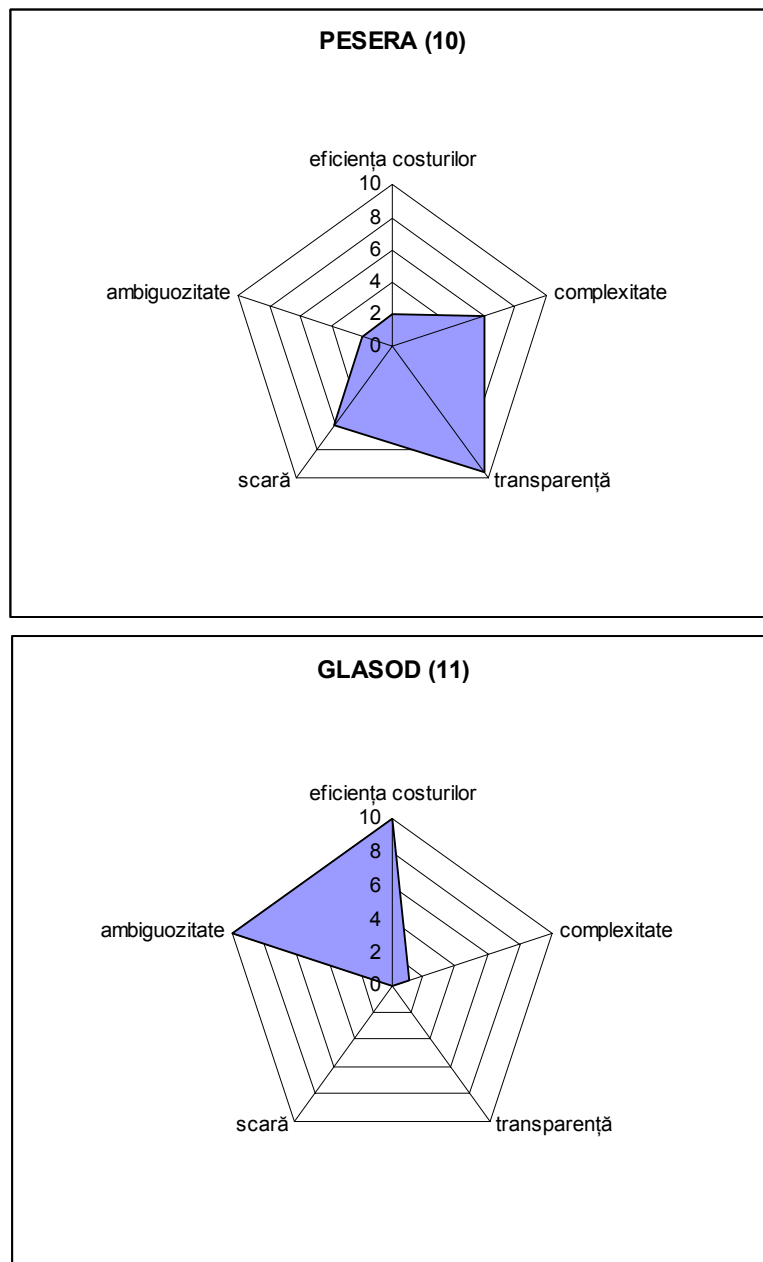


Fig. 4 Grafice spider de evaluare a metodelor de estimare a riscului la degradare prin eroziune

Varietatea largă a formei graficelor prezentate este determinată în primul rând de *scara* de reprezentare, corespunzătoare fiecărui tip de metodologie. În ceea ce privește *transparența*, modelele bazate pe procese fizice (nr. 10) sunt cele mai clare, logice, inteligibile; acestea sunt secundate în ordine descrescătoare de relațiile empirice (nr. 1, 3, 4, 5, 6, 7), abordările factoriale (nr. 8 și 9), cele mai puțin transparente fiind metodele bazate pe analize expert (nr. 2 și 11). Indicatorul *complexitate* reflectă numărul de tehnici utilizate în cadrul fiecărei metodologii raportat la numărul total de tehnici menționate. Valorile înregistrate pentru acest indicator nu sunt diferențiate semnificativ, metodologiile 4 și 5 utilizând cele mai multe tehnici, iar

metodologiile 9 și 11 fiind cele mai puțin complexe. Există un oarecare subiectivism în evaluarea acestui indicator, deoarece complexitatea fiecărei metodologii depinde în mare măsură de informația existentă; cu cât informațiile existente sunt mai detaliate, este probabil că numărul total de tehnici menționate în chestionar este mai mare.

În general *eficiența costurilor* este scăzută pentru metodologiile evaluate. În cazul metodologiilor nr. 2, 8, 9 și 11 însă, *eficiența costurilor* este relativ ridicată, fiind determinată pe de-o parte de încorporarea (exclusivă) a analizelor expert, metode relativ ușoare și necostisitoare (nr. 2 și 11) și pe de alta, de aplicarea explicită a bazelor de date CORINE realizate la scară mare (nr. 8 și 9). *Ambiguitatea* se referă la incertitudinea estimărilor privind apariția eroziunii. Estimările realizate cu ajutorul metodologiilor nr. 2, 8, 9 și 11 au o incertitudine ridicată (valoare a indicatorului ambiguitate mare), în timp ce predicțiile date de metodologiile nr. 1, 3, 4, 5, 6, 7 și 10 sunt relativ sigure (valoare a indicatorului ambiguitate mică). Acest indicator caracterizează precizia metodei; o rezoluție spațială redusă a datelor de intrare și ieșire are ca rezultat o acuratețe scăzută. Pe lângă toate acestea, aplicarea modelelor bazate pe proces fizic implică incertitudini relativ mici; incertitudinea însă, crește dacă modelul (fizic sau empiric) nu este calibrat și validat pentru condiții predominante. Modelele cu senzitivitate ridicată determină o creștere a variabilității și în consecință a incertitudinii. Pe de altă parte aplicarea analizelor expert sau a abordărilor factoriale conduc la incertitudini mai mari.

Pe ansamblu, abordarea care exclusiv aplică modele bazate pe proces fizic (nr. 10) este transparentă, complexă, nu are eficiența costurilor cea mai ridicată, rezultatele sunt relativ sigure, dar incertitudinea crește cu scara de execuție. Abordările care utilizează analizele expert (nr. 11) sau care sunt combinate cu alte metode (nr. 2, 8 și 9) au o eficiență a costurilor ridicată, dar au o incertitudine mare. Transparența este, în general, scăzută, dar poate fi destul de ridicată dacă reguli bine definite facilitează repetabilitatea, în mod special validă pentru abordarea INRA (nr. 8). Abordările bazate pe USLE (nr. 1, 3, 4, 5, 6, 7) au o eficiență a costurilor redusă, deoarece necesită un efort mare pentru aplicarea efectivă a modelelor (de ex. adaptarea la condițiile specifice locale, validarea, calibrarea etc.). Acestea au o transparență relativ ridicată, complexitate variată (implicând combinații diverse de tehnici), iar rezultatele obținute pentru un anumit scop sunt considerate a fi relativ sigure în comparație cu analizele expert.

Analizând diferitele tipuri de metodologii de estimare a riscului de apariție a eroziunii prin prisma *robusteții, flexibilității și acceptabilității*, putem spune că cei cinci indicatori analizați sunt în legătură astfel: scara este legată de flexibilitate și robustețe, transparența se referă la robustețe și acceptabilitate, complexitatea este asociată cu robustețea și acceptabilitatea, eficiența

costurilor este legată de flexibilitate și acceptabilitate, iar ambiguitatea este asociată cu robustețea (figura 4).

## **5.2. Discuții și concluzii**

În general, metodologiile prezentate utilizează abordări pentru estimarea pierderilor de sol oarecum similare (mai puțin metodologia nr. 11), în sensul că, de exemplu, rezultatele sunt prezentate, de obicei, în valori absolute sau clase relative. Derivarea valorilor nu este realizată în mod unitar, din acest punct de vedere modalitățile de abordare fiind diferite. De regulă, este aplicată abordarea bazată pe modelare, există totuși o diferențiere între modelele empirice și cele bazate pe proces fizic. Mai mult, încorporarea și altor tehnici cum ar fi măsurătorile în câmp, analizele de laborator, analizele expert, SIG, utilizarea indicatorilor este diferită de la caz la caz. În primul rând trebuie menționat faptul că acuratețea datelor de ieșire, în general, nu depinde de modelul în sine, ci mai degrabă de calitatea și rezoluția datelor de intrare (Van der Knijff și colab., 2000; Grimm și colab., 2002; Kirkby și colab., 2004; Gobin și colab., 2006). Metodologia care va fi în final selectată pentru aplicare la scară europeană trebuie să aibă în vedere calitatea datelor de intrare. Prin urmare informațiile furnizate de SIG și alte baze de date digitale trebuie utilizate cu atenție, pentru că, altfel, datele obținute deși au rezoluție mare, sunt inadecvate pentru estimarea ratelor eroziunii la scară mică (Grimm și colab., 2002).

Modelul USLE și al celor derivate din acesta sunt de regulă, utilizate în estimările riscului la eroziune (metodologiile nr. 1, 3, 4, 5, 6, 7). Avantajul major al acestora îl constituie formularea relativ simplă, în care datele distribuite sunt transferate către șase factori. Mai mult, baza de date mare și integrarea cu SIG are avantajul unei derivări mai simple a parametrilor (Van der Knijff și colab., 2000; Morgan și Quinton, 2001; Drake și Vafeidis, 2004; Lewis și colab., 2005; Jetten și Favis-Mortlock, 2006). În consecință, modelul poate fi utilizat pentru a simula eroziunea pe arii întinse, fără o activitate intensă suplimentară pentru parametrizarea modelului. Totuși modelul prezintă o serie de limitări cum ar fi, dezvoltarea și rularea inițială a acestuia pentru condiții specifice Statelor Unite ale Americii și în consecință inadaptabilitatea pentru condițiile existente la nivel european (Baade și Rekolainen, 2006; Jetten și Favis-Mortlock, 2006). O altă problemă o constituie faptul că este un model empiric, care nu pune în evidență procesele fizice și în consecință înțelegerea profundă a întregului sistem, metoda fiind astfel limitată din punct de vedere al robusteții. Din aceste motive, aplicarea modelului la nivel european implică recalibrarea (și validarea) la condițiile specifice existente la nivel de țară (Mulligan, 2004) fiind mai puțin flexibil. Pe lângă toate acestea, în primă instanță, modelul nu ia în considerare eroziunea de adâncime și cantitatea de sedimente acumulate (Lewis și colab., 2005; Gobin și colab., 2006). Cu toate acestea, Jetten și Favis-Mortlock (2006) au concluzionat faptul că dacă

sunt considerate suprafețe mari modelele empirice sunt la fel de performante ca și cele bazate pe procese fizice. Pe deasupra Grimm și colab. (2002) au demonstrat că abordarea USLE are capacitatea de a furniza informații detaliate și pe suprafețe mici, deși precizia acestora este interpretabilă. Deși metoda este acceptată, abordarea (R)USLE asigură estimări ale eroziunii de calitate moderată, astfel că din punct de vedere al flexibilității și robusteții este destul de limitată.

Metodologiile de estimare a riscului la eroziune aplicate în regiunea scandinavă (metodologiile nr. 4 și 7) utilizează parametrii USLE, având ca scop principal simularea transportului de nutrienți (în special fosfor), poluarea cu nutrienți constituind principala problemă în aceste țări, așa cum precizează Harrod (1993, citat de Boardman, 2006) și Evans și Brazier (2005).

Abordările bazate pe analize expert cum ar fi metodologia poloneză (nr. 2) și GLASOD (nr. 11) sau metodele factoriale cum ar fi INRA pentru Franța (nr. 8), CORINE (nr. 9) nu furnizează informațiile în detaliu, punctual, acestea prezentând un grad de subiectivism (Grimm și colab., 2002). Prin clasificarea datelor obținute, parte din informație se pierde, evaluarea și estimarea în detaliu a efectelor schimbărilor climatice și a utilizării terenului este dificil de realizat, fiind asigurată o indicație relativă asupra problematicii (Van der Knijff și colab., 2000; Gobin și colab., 2006). Abordările bazate pe analize expert, în general, nu sunt replicabile și au o incertitudine ridicată. Deși abordarea INRA face parte din această categorie, sunt definite niște reguli, metoda prezentând un grad de replicabilitate relativ (deci este mai sigură, precisă). Având în vedere gradul de subiectivism al acestor metodologii, putem spune că nu sunt robuste. În plus, harta GLASOD a demonstrat că are acuratețea cea mai scăzută pentru predicțiile în ceea ce privește eroziunea în Spania (Sanchez și colab., 2001). Abordarea INRA este bazată pe același tip de metodologie, dar datele de intrare în model sunt mai detaliate, consideră procesele de eroziune mai realistice (de ex. ține cont de apariția crustei), iar datele de ieșire din model au o rezoluție mai ridicată. Abordările factoriale au demonstrat că sunt flexibile și aplicabile la diferite scări, de exemplu CORINE la scară continentală, iar INRA la scară regională. Totuși, având în vedere dezavantajele abordărilor calitative, obținerea datelor de ieșire sub forma unor clase și nu ca valori absolute, face ca estimările realizate cu acest tip de metodologii să prezinte erori relative (Grimm și colab., 2002). Pe de altă parte, simplitatea relativă a metodologiilor bazate pe factori (Grimm și colab., 2002) determină înțelegerea acestora de către persoane nespecializate și asigură acceptabilitatea mai ales în rândul factorilor decizionali.

Modelul PESERA (nr. 11) constituie un exemplu pozitiv al unui model bazat pe proces fizic care are capacitatea de a simula eroziunea la diferite scări (de bazin, regional, național și european), având o flexibilitate ridicată. Deși este bazat pe proces fizic (și în consecință mai robust decât modelele empirice), formulele sunt destul de simplificate, cerința de date este relativ mică, fiind,



în general accesibil (Grimm și colab., 2002). Având un grad destul de ridicat de simplificare, inadaptabilitatea la condiții specifice locale constituie o problemă (Gobin și colab., 2006). În general, modelele fizice necesită un nivel ridicat în ceea ce privește detalierea procesului în sine și a datelor; modelul PESERA însă, utilizează date de intrare cu un nivel mediu de detaliere, disponibil la scară europeană, astfel că simulările sunt generale dar în același timp mai puțin complexe. Validarea în funcție de scara de utilizare a bazelor de date asigură acuratețea predicțiilor, deși aceasta este realizată la nivel local în condiții specifice, existând riscul supra- sau sub-estimărilor (Gobin și colab., 2006). Asigură de asemenea, indicații clare privind ratele eroziunii actuale și potențiale. Modelul este dezvoltat pentru a analiza scenariile privind modificările climatice și de utilizare a terenului, funcționând ca un excelent instrument legislativ. Cu toate acestea modelul necesită mai multe date ale ratelor eroziunii actuale (măsurători) pentru a putea fi validat la scară mai mare. În același timp, pentru a-și menține relevanța, este necesar ca harta PESERA să fie în mod continuu reactualizată cu datele privind utilizarea terenului, clima și solul (Kirkby și colab., 2004). Pe ansamblu, modelul PESERA asigură notele sau scorul cel mai ridicat, fiind cel mai robust, flexibil și acceptabil. Modelul PESERA este cel mai potrivit pentru a fi aplicat în estimările privind riscul la eroziune la scară europeană.

### 5.3. Studiu caz

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 anterior, 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  $0-2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ ) și cu risc (mai) ridicat (pierderi de sol de  $2-10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ ).

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 baze de 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.

De asemenea, în cazul modelului WEPP au fost estimate suprafețe cu risc la eroziune mai mari (tabelul 3, figurile 5 a, b, c, d, 6, 7).

Tabelul 3: 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.

Soil loss ( $t \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$ )	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

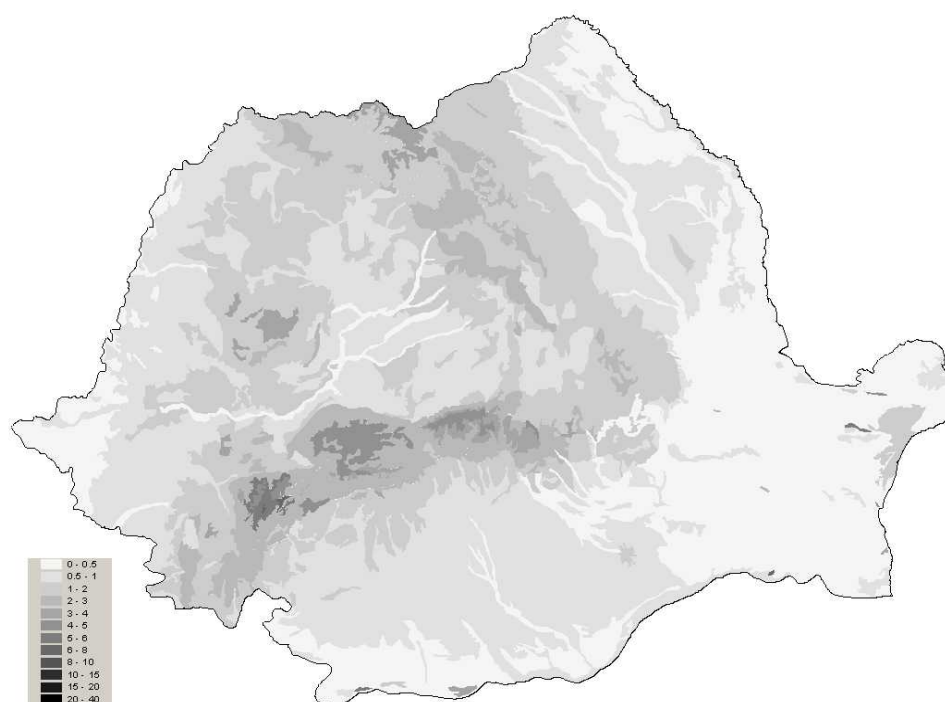


Figura 5a: Pierderi de sol ( $t \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$ ) în România estimate, utilizând modelul SIDASS (metodologia WEPP), harta solurilor României la scara 1:1000000, grid 1 km pentru pante, date climatice: din interpolarea ATEAM pentru șirul de ani 1960-1990



Figura 5b: 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

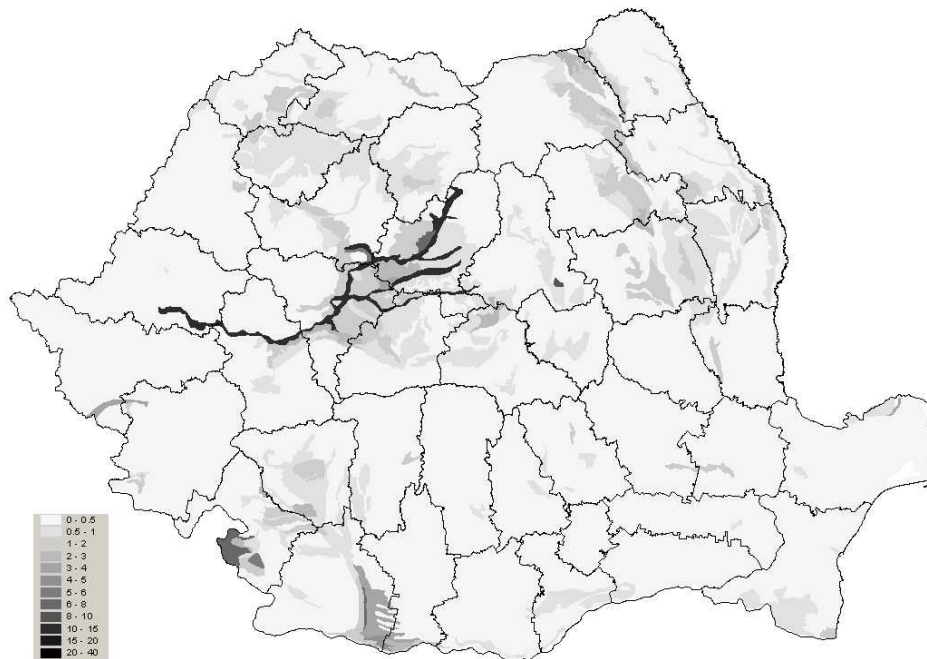


Figura 5c: Pierderi de sol ( $t \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$ ) în România estimate, utilizând modelul PESERA cu grid de 1 km pentru pante, date de sol la scara 1:200,000, date climatice: din interpolarea ATEAM pentru șirul de ani 1960-1990



Figura 5d: 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

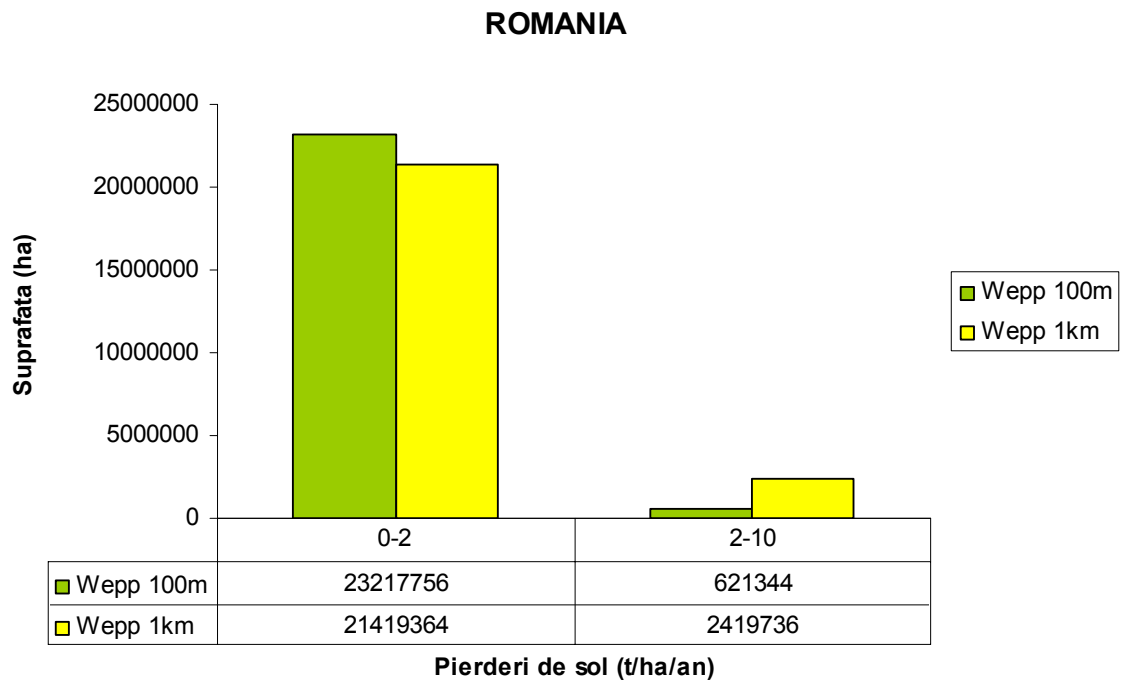


Figura 6a: Suprafața de teren (ha) încadrată în clasele: 0-2, respectiv 2-10 t/ha/an în România aplicând metodologia WEPP (pentru date de pantă în grid de 100m, respectiv 1km)

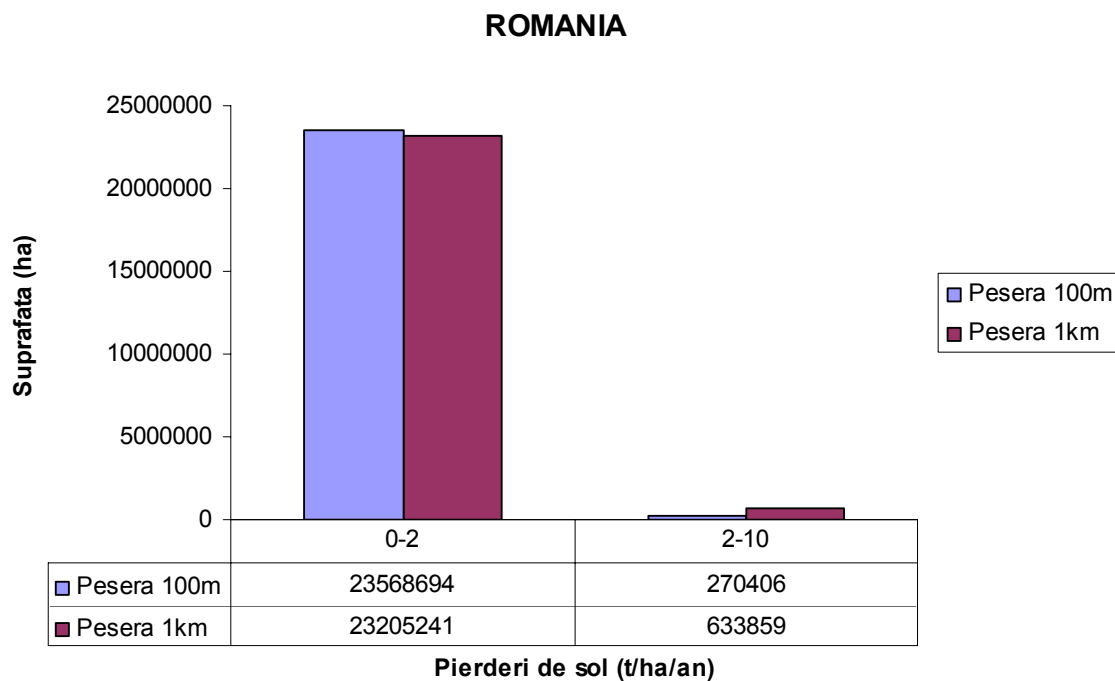


Figura 6b: Suprafața de teren (ha) încadrată în clasele: 0-2, respectiv 2-10 t/ha/an în România aplicând metodologia PESERA (pentru date de pantă în grid de 100m, respectiv 1km)

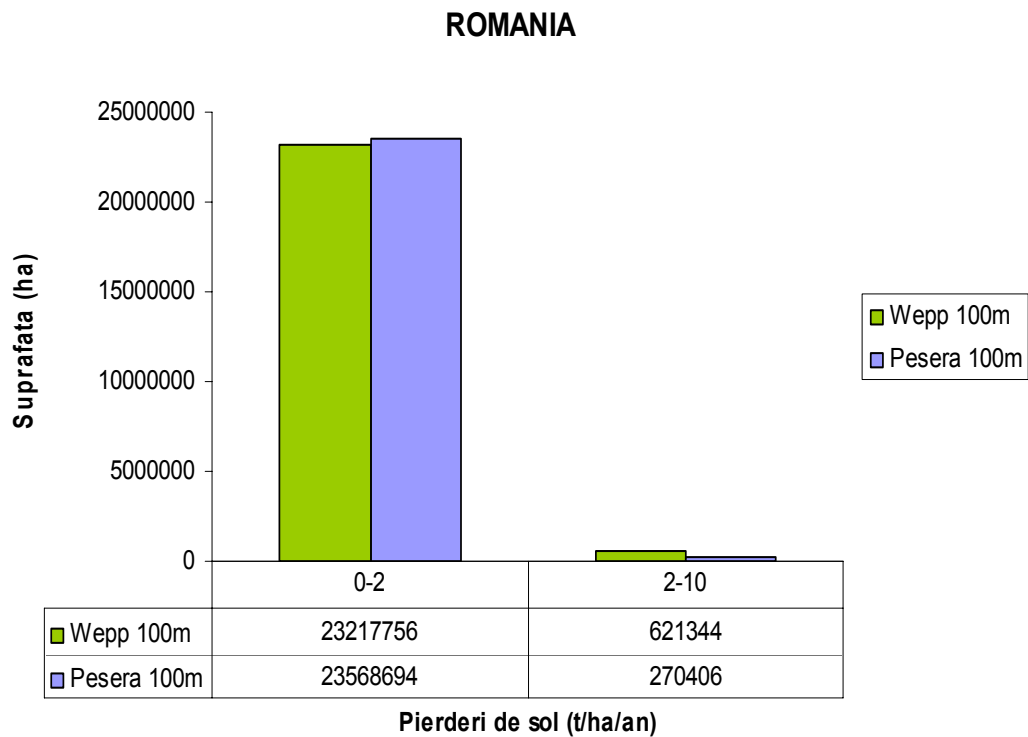
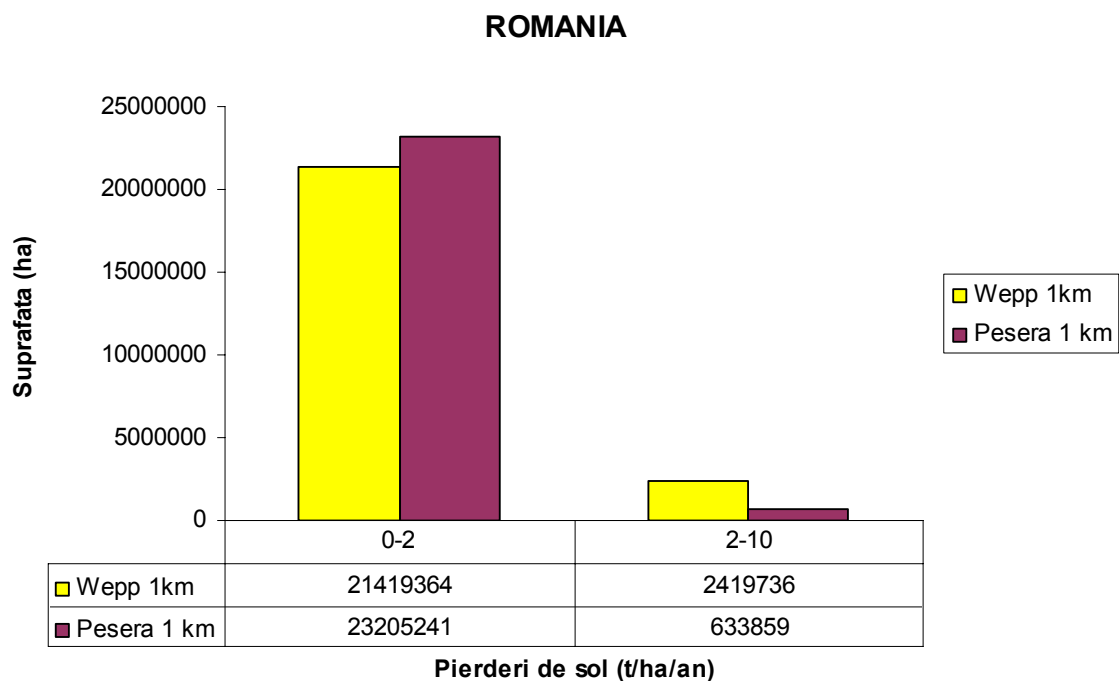


Figura 7a: Suprafața de teren (ha) încadrată în clasele: 0-2, respective 2-10 t/ha/an în România aplicând metodologiile WEPP și PESERA (pentru date de pantă în grid de 100m)



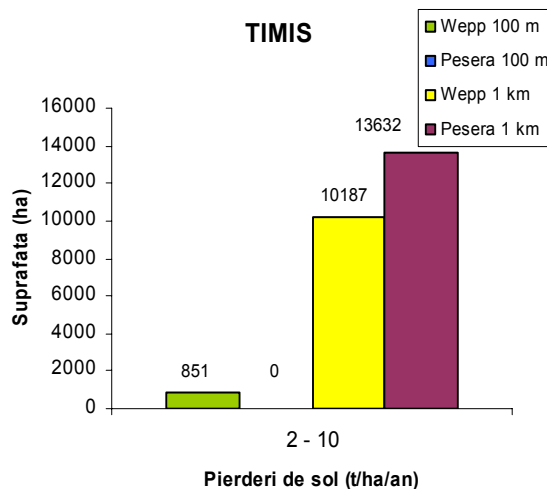
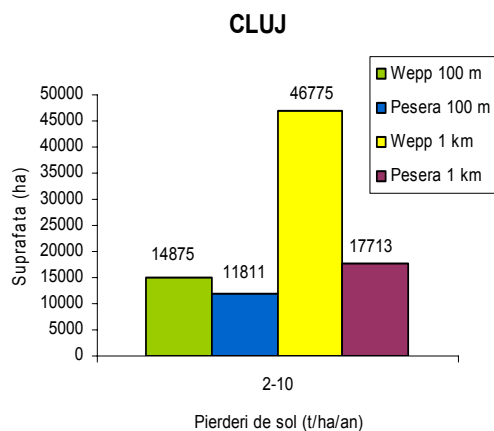
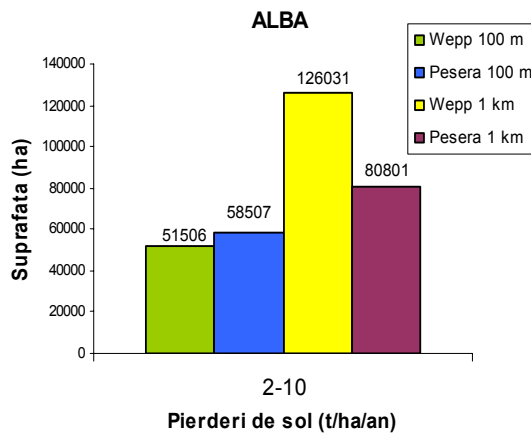
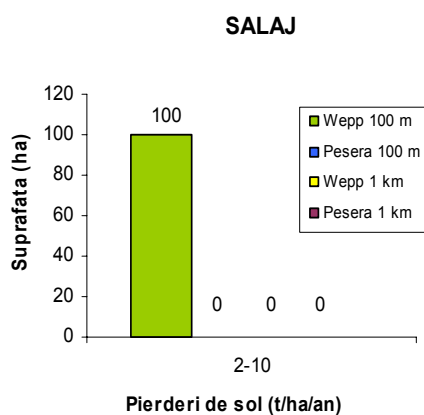
*Figura 7b: Suprafața de teren (ha) încadrată în clasele: 0-2, respectiv 2-10 t/ha/an în România aplicând metodologiile WEPP și PESERA (pentru date de pantă în grid de 1km)*

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 7 a, b).

Rezultatele obținute, în urma aplicării celor două metodologii la **nivel de județ**, sunt prezentate în figura 8. 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 8, 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.



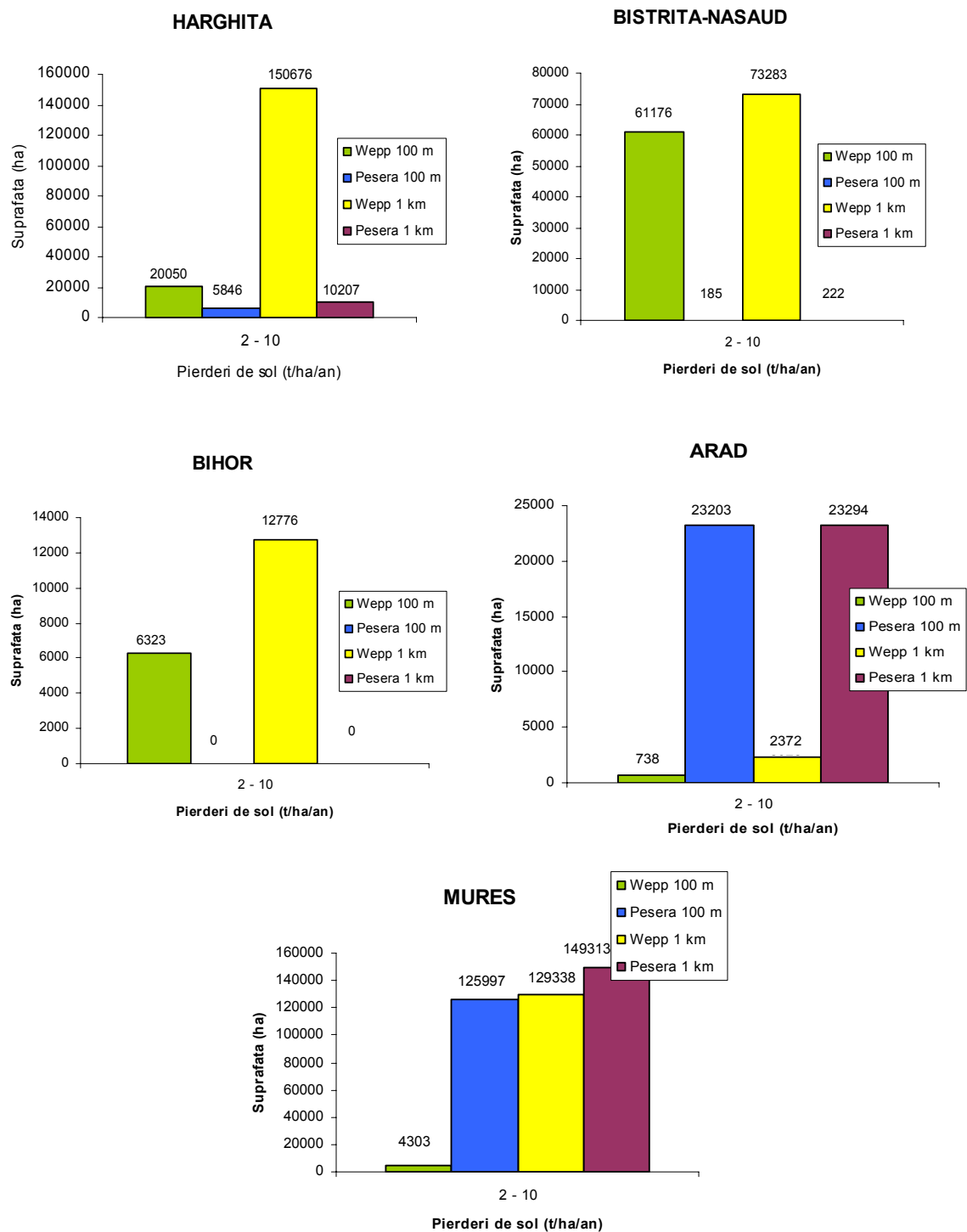
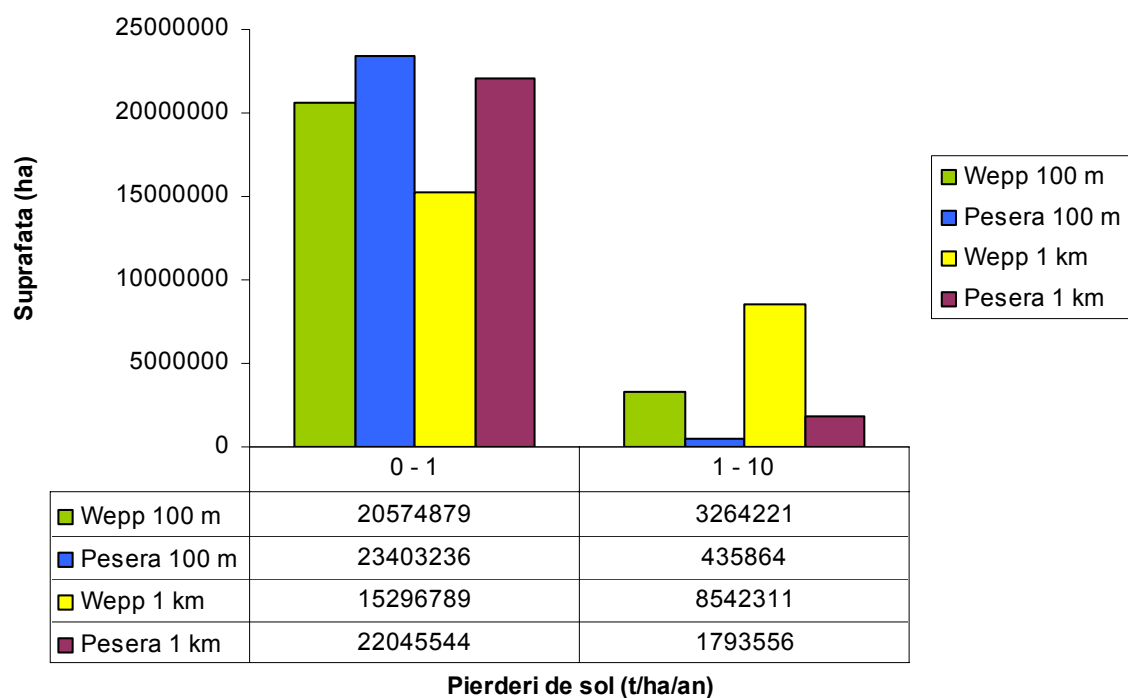


Figura 8: Suprafața de teren afectată de pierderi de sol de 2-10 t/ha/an în diferite județe, utilizând metodologiile de estimare a riscului la eroziune (WEPP 100 m, WEPP 1 km, PESERA 100 m, PESERA 1 km)

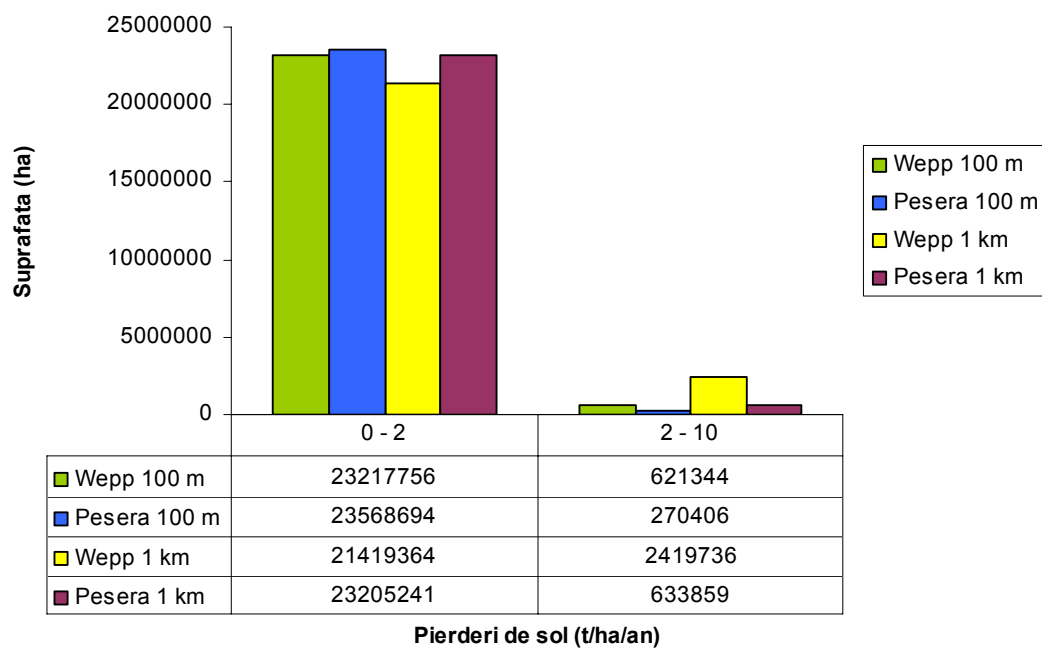
Utilizarea unor limite diferite la clasele de eroziune (pierderi de sol – t/ha/an) determină diferențe între estimările realizate cu cele două modele WEPP și PESERA (figura 9).



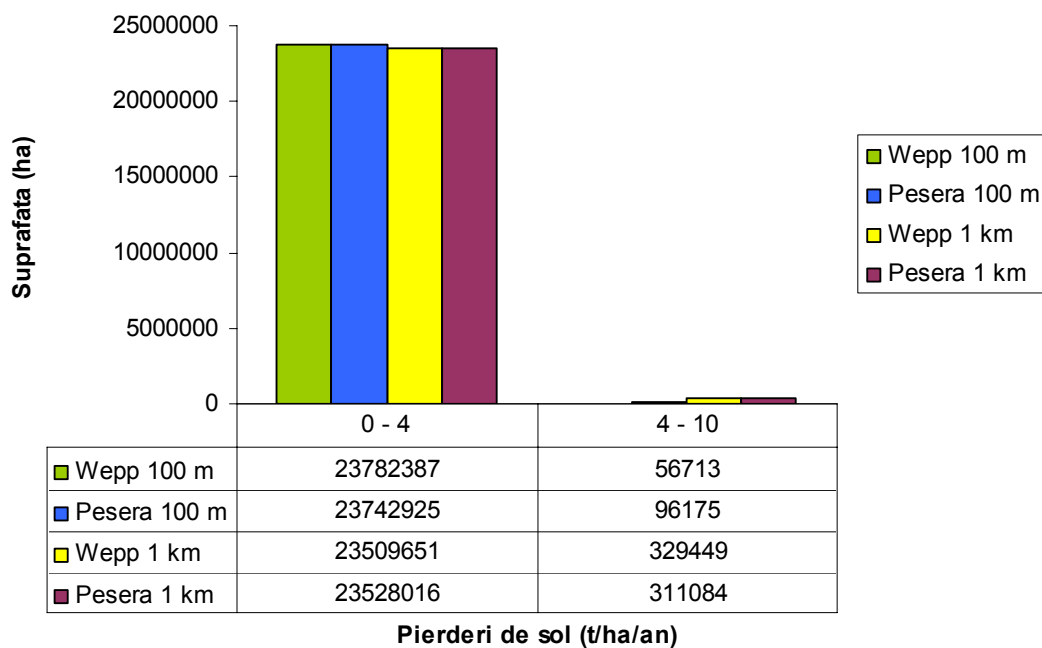
## ROMANIA



## ROMANIA



### ROMANIA



### ROMANIA

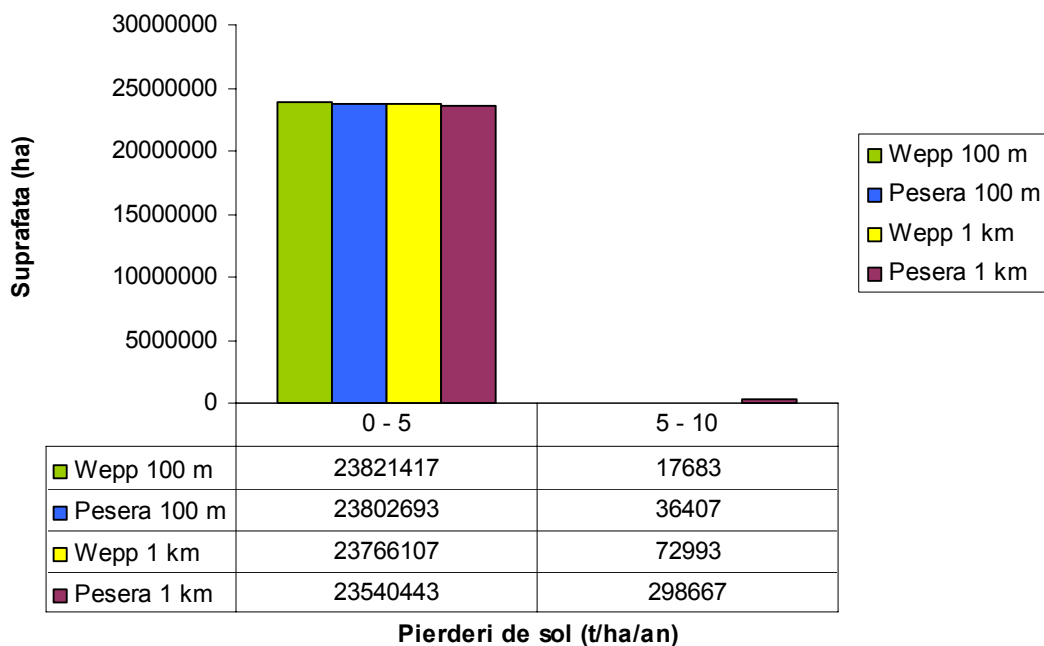


Figura 9: Suprafața de teren (ha) cu risc la diferite clase de eroziune utilizând metodologiile de estimare WEPP și PESERA (cu grid de 100 m și 1 km pentru pante)

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.

## 6. CONCLUZII

- 1) Eroziunea solului este percepută ca una dintre formele cele mai răspândite și majore de degradare a solului, care are puternice impacturi economice și asupra mediului înconjurător, mai ales în sectorul agricol, afectând aproximativ 10 % din suprafața Globului și 14 % din continentul european.
- 2) Intensitatea eroziunii este determinată în principal de factori fizici, cum ar fi: *caracteristicile solului, topografia și condițiile climatice*. Apariția și manifestarea eroziunii depinde în mare măsură și de factorul antropic: despăduririle, înlăturarea vegetației naturale, schimbarea folosinței terenurilor, aplicarea unor practici agricole neadecvate condițiilor specifice locale, intensificarea utilizării terenului într-un anumit scop.
- 3) Metodologiile de estimare a riscului de apariție a eroziunii trebuie să includă influența factorilor politici și socio-economici, prin abordări ample, interacțiunile între aceștia fiind complexe, specifice și mult mai dificil de cuantificat comparativ cu factorii fizici.
- 4) Metodologiile de estimare a riscului la degradare prin eroziune sunt împărțite în mai multe categorii: analize expert, abordări factoriale, modelări ale procesului (abordări integrate sau fizice, socio-economice), posibil a fi integrate cu SIG și/sau rețele de monitoring.
- 5) Identificarea sigură și precisă a arealelor cu risc de apariție a eroziunii se realizează prin stabilirea unor *valori limită* (valori de referință sub care ecosistemele nu mai sunt în echilibru) și a unor *nivele de toleranță* (gradul sau intensitatea eroziunii intolerabile).
- 6) În urma evaluării chestionarelor primite de la instituții, organizații, persoane specializate din diferite țări europene au fost puse în evidență următoarele:
  - metodologiile de estimare a riscului la degradare prin eroziune utilizate la nivelul țărilor europene sunt împărțite în trei categorii: bazate pe analize expert (calitative), bazate pe metodologia USLE (cantitativă), bazate pe modelarea procesului fizic (cantitativă); 2/3 sunt bazate pe abordări cantitative, majoritatea utilizând metodologia USLE;
  - scopul principal al metodologiilor este, elaborarea hărților de risc și a celor de vulnerabilitate la apariția proceselor de degradare prin eroziune;
  - mai mult de jumătate din metodologii sunt realizate în institute de cercetare, deși în chestionare sunt prezentate și universități, corpuri guvernamentale;

- metodologiile sunt bazate în general, pe date existente în baze de date cum ar fi CORINE sau LUCAS pentru utilizarea terenului, hărți de sol la scară regională, națională sau mai mare (de ex. baza de date de sol la nivel european), modelele de ridicare topometrică digitale (DEMs) și o diversitate de date climatice (preluate din baza de date MARS);
- datele de ieșire ale modelelor sunt prezentate în rate absolute ( $\text{tone}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ ) sau clase de eroziune. Abordările bazate pe estimările USLE și pe modele fizice prezintă rezultatele obținute în valori absolute, iar metodele bazate pe analize de tip expert în clase;
- scările la care se aplică metodologiile sunt împărțite în două categorii: regională și agregată (la nivel local, de bazin, regional, național).

7) Analiza comparativă a metodologiilor prezentate în chestionare, din punct de vedere al *scării, transparenței, complexității, eficienței costurilor, ambiguității* a pus în evidență:

- abordarea care exclusiv aplică modele bazate pe proces fizic (nr. 10) este transparentă, complexă, nu are eficiența costurilor cea mai ridicată, rezultatele sunt relativ sigure, dar incertitudinea crește cu scara de execuție;
- abordările care utilizează analizele expert (nr. 11) sau care sunt combinate cu alte metode (nr. 2, 8 și 9) au o eficiență a costurilor ridicată, dar au o incertitudine mare;
- transparența este, în general, scăzută, dar poate fi destul de ridicată dacă reguli bine definite facilitează replicabilitatea, în mod special validă pentru abordarea INRA (nr. 8);
- abordările bazate pe USLE (nr. 1, 3, 4, 5, 6, 7) au o eficiență a costurilor redusă, deoarece necesită un efort mare pentru aplicarea efectivă a modelelor (de ex. adaptarea la condițiile specifice locale, validarea, calibrarea etc.). Acestea au o transparență relativ ridicată, complexitate variată (implicând combinații diverse de tehnici), iar rezultatele obținute pentru un anumit scop sunt considerate a fi relativ sigure în comparație cu analizele expert.

8) În condițiile specifice țării noastre, pentru estimarea riscului la degradare prin eroziune au selectate și aplicat 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.

## 7. BIBLIOGRAFIE

- Baade, J. and Rekolainen, S. 2006. Existing soil erosion datasets. In: Boardman J. and Poesen J. (eds). Soil erosion in Europe. John Wiley&Sons, Ltd. Pp. 717-728
- Baartman, J. E.M., G.W.J. Van Lynden, M.S. Reed, C.J. Ritsema, R.Hessel, 2007. Desertification and land degradation:origins, processes and solutions- A literature review. DESIRE report no. 4, The Netherlands.
- Batjes, N.H., 1996. Global assessment of land vulnerability to water erosion on a ½ by ½ grid. Land Degradation&Development, 7:353-365.
- Boardman, J., 2006. Soil erosion science: Reflections on the limitations of current approaches. Catena, 68:73-86.

- Boellstorff, D. and G. Benito, 2005. Impacts of set-aside policy on the risk of soil erosion in central Spain. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 107: 231-243.
- Bohner, J., W. Schafer, O. Conrad, J. Gross, A. Ringeler, 2003. The WEELS model: methods, results and limitation. *Catena*, 52: 289-308.
- 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, Brussels, 35 pp.
- Centeri, C., R. Pataki, A. Barczy. Soil Erosion, soil loss tolerance and sustainability in Hungary. International conference on land degradation and meeting of IUSS subcommission C-Soil and water conservation. 17-21 September, 2002. Rio de Janeiro-Brazil (Oral Presentation).
- COM (2006). Communication from the commission to the council, the European parliament, the European economic and social committee and the committee of the regions. Thematic Strategy for Soil Protection. 12pp.
- CORINE 1992. Soil Erosion Risk and Important Land Resources in the Southern Regions of the European Community. EUR 13233-EN, Commission of the European Communities, Luxembourg.
- Deumlich, D., R. Funk, M. Frielinghaus, W.A. Schmidt, O. Nitzsche, 2006. Review article. Basics of effective erosion control in German agriculture. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 169: 370-381.
- De Ploey, J. 1989. A Soil Erosion Map for Western Europe. Catena Verlag.
- De Roo, A.P.J., C.G. Wesseling, C.J. Ritsema, 1996a. LISEM: a single-event physically based hydrological and soil erosion model for drainage basins. I: theory input and output. *Hydrological Processes*, 10:1107-1117.
- De Roo, A.P.J., R.J.E. Offermans, N.H.D.T Cremers, 1999b. LISEM: a single-event physically based hydrological and soil erosion model for drainage basins. II: sensitivity analysis, validation and application. *Hydrological Processes*, 10: 1119-1126.
- Dostal, T., M. Janecek, Z. Kilment, J. Krasa, J. Langhammer, J. Vaska, K. Vrana, 2006. Czech Republic. In: Boardman J. and Poesen J. (eds.). *Soil erosion in Europe*. John Wiley&Sons, Ltd. Pp.107-116

- De Graaff J. 1996. The price of soil erosion. An economic evaluation of soil conservation and watershed development. PhD Thesis. Wageningen University.
- Drake, N.A. and A. Vafeidis, 2004. A review of European Union funded research into the monitoring and mapping of Mediterranean desertification. *Advances in Environmental Monitoring and Modeling*, 4: 1-54.
- Eckelmann, W., R. Baritz, S. Bialousz, P. Bielek, F. Carre, B. Houskova, R.J.A. Jones, M.G Kibblewhite, J. Kozak, C. Le bas, G. Toth, T. Toth, G. Varallyay, M. Yli Halla, M. Zupan. 2006. Common Criteria for Risk Area Identification according to Soil Threats. European Soil Bureau Research Report No.20, EUR 22185 EN, 94pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- ENVASSO Environmental assessment of soil for monitoring. Deliverable 2, WP 1: Indicators and criteria report.2007.
- Evans, R. and R. Brazier, 2005. Evaluation of modelled spatially distributed predictions of soil erosion by water versus field-based assessments. *Environmental Science&Policy*, 8:493-501.
- Gobin, A., G. Govers, M. Kirkby. 2006. Pan-European soil erosion assessment and maps. In: Boardman J. and Poesen J. (eds). *Soil erosion in Europe*. John Wiley&Sons, Ltd. Pp.661-674.
- Gobin, A., R. Jones, M. Kirkby, P. Campling, G. Govers, C. Kosmas, A.R. Gentile, 2004. Indicators for pan-European assessment and monitoring of soil erosion by water. *Environmental Science&Policy*, 7:25-38.
- Gomes, L., J>L> Arrue, M.V. Lopez, G. Sterk, D. Richard, R. Gracia, M.Sabre, A. Gaudichet, J.P. Frangi, 2003. Wind erosion in a semiarid agricultural area of Spain: the WELSONS project. *Catena*, 52:235-256.
- Grimm, M. R.J.A. Jones, L. Montanarella.2002. Soil erosion risk in Europe. EUR 19939 EN, 40 pp.
- Grimm, M. R.J.A. Jones, E. Rusco, L. Montanarella.2003. Soil Erosion Risk in Italy: a revised USLE approach. European Soil Bureau Research Report 11, EUR 20677 EN, 28pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Heesmans, H. Alterra project report, PR.1. 2007. Bibliography on current risk assessments in EU. Scientific support to policies. Specific action SSPEO-CT-2006-044240.44p.

- Jetten, V. and D. Favis-Mortlock. Modelling soil erosion in Europe. In: Boardman J. and Poesen J. Jetten, V. and D. Favis-Mortlock. Modelling soil erosion in Europe. In: Boardman J. and Poesen J. (eds). Soil erosion in Europe. John Wiley&Sons, Ltd.pp.695-716.
- Jones, R.J.A., Y. Le Bissonnais, J. Sanchez Diaz, O. Duwel, L.Oygarden, P, Bazzoffi, V. Prasuhn, Y. Yordanow, P.Strauss, B. Rydell, J. Berenyi Uveges, G. Loj, M. Lane, L. Vandekerckhove.2003 EU Soil Thematic Strategy, WP@: Nature and extend of soil erosion in Europe. V.3.31, 27pp.
- Kertesz, A. and C. Centeri. 2006 Hungary. In: Boardman J. Poesen J. (eds). Soil erosion in Europe. John Wiley&Sons, Ltd.pp.139-153.
- Kirkby, M.J. 2006. Impacts of environmental changes on soil erosion across Europe. In: Boardman J. and Poesen J. (eds). Soil erosion in Europe. John Wiley&Sons, Ltd. Pp. 729-742.
- Kirkby, M.J. 2006. Impacts of environmental changes on soil erosion across Europe. In: Boardman J. and Poesen J. (eds). Soil erosion in Europe. John Wiley&Sons, Ltd. Pp.729-742.
- Kirkby, M.J., Jones, R.J.A., Irvine, B., Gobin, A, Govers, G., Cerdan, O., VanRompae, 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 Publications Ispra 2004 No. 73 (S.P.I.04.73). European Soil Bureau Research Report No.16, EUR 21176, 18pp. and 1 map in ISO B1 format. Office for Official Publications of the European Communities Luxembourg.
- Le Bissonnais, Y., C. Montier, M. Jamagne, J. Daroussin, D. King, 2001. Mapping erosion risk for cultivated soil in France. *Catena*, 46:207-220.
- Lesschen, J.P., K. Kok, P.H. Verburg, L.H. Cammeraat, 2007. Identification of vulnerable areas for gully erosion under different scenarios of land abandonment in Southeast Spain. *Catena*, 71:110-121.
- Lewis, L.A., G. Verstraeten, H. Zhu, 2005. RUSLE applied in a GIS framework: calculating the LS factor and deriving homogeneous patches for estimating soil loss. *International Journal of Geographic Information Science*, 19:809-829.



- Montanarella, L. 2006. Trends in land degradation in Europe, European Commission, Joint Research Centre, Institute for environmental and sustainability, Arusha, Tanzania.
- Morgan, R.P.C, J.N. Quinton, R.E. Smith, G. Govers, J.W.A. Poesen, K. Auerswald, G. Chisci, D. Torri, M.E. Styczen, 1998. The European Soil Erosion Model (EUROSEM): a process-based approach for predicting sediment transport from fields and small catchments. *Earth Surface Processes and Landforms*, 23: 527-544.
- Morgan, R.P.C, J.N. Quinton. Erosion Modelling. In: Harmon&Doe III (eds), *Landscape erosion and evolution modeling*. Plenum Publishers, New York, 2001.540 pp.
- Mulligan, M., 2004. A review of European Union funded research into modelling Mediterranean desertification. *Advances in Environmental Monitoring and Modelling*, 1:1-78.
- Onate, J.J and B. Peco, 2005. Policy impact on desertification:stakeholders' perceptions in southeast Spain. *Land Use Policy*, 22:103-114.
- Oldeman, L.R., Hakkeling, R.T.A., Sombroek, W.G.1991. World Map of the status of human-induced soil degradation, an explanatory note (second revised edition). *Global Assessment of Soil Degradation (GLASOD)*.ISRIC, Wageningen.
- Oygarden, L., H. Lundekvam, A.H. Arnoldussen, T. Borresen.2006. Norway. In Boardman J. and Poesen J. (eds). *Soil erosion in Europe*. John Wiley&Sons, Ltd.pp. 4-15
- Pretty, J.N., C. Brett, D. gee, R.E. Hine, C.F. Mason, J.I.L. Morison, H. Raven, M.D. Rayment, G. van Der Bijl, 2000. An assessment of the total external costs of UK Agriculture. *Agricultural Systems*, 65:113-136.
- Renard, K.G., G.R. Foster, G.A. Weesies, D.K.McCool and D.C. Yoder, 1997. Predicting soil erosion by water-a guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE). *Agriculture Handbook No. 703*. USDA-ARS.
- Renschler, C., C. Mannaerts, B. Diekkruger, 1999. Evaluation spatial and temporal variability in soil erosion risk-Rainfall erosivity and soil loss ratios Andalusia, Spain. *Catena*, 34:209-225.
- Riley, J., 2001. Multidisciplinary indicators of impact and change:key issues for identification and summary, *Agriculture, ecosystems&Environment* 87:245-259.
- Sanchez, J., P. Lillo, J.C. Colomer, 1998. Application of the universal soil loss equation (adapted) in Gran canaria Island. In: Rodriguez A., Jimenez C.C and Tejedor M.L. (eds). *The*

soil as a strategic resource:degradation processes and conservation measures. *Geoforma Ediciones*, Logrono:207-217.

- Sanchez, J., L. Recatala, J.C. Colomer, C. Ano, 2001. Assessment of soil erosion at national level: a comparative analysis for Spain using several existing maps. In: Villacampa Y., Brebbia C.A. and Uso J.L. (eds). *Ecosystems and Sustainable Development III, Advances in ecological Sciences 10*. WITPress, Southampton:249-258.
- Sebastiao, S. and L.S. Pereira, 2002. Validation of RUSLE for predicting soil losses in South Portugal. In: J.L. Rubio, R.P.C Morgan, S. Asins and V. Andreu (eds). *Proceedings of the Third International Congress of the European Society for Soil Conservation. Man and Soil at the Third Millennium*.Geoforma Ediciones, Logrono, pp. 1881-1892.
- Sole, A. 2006. Spain. In: Boardman J. and Poesen J. (eds). *Soil erosion in Europe*. John Wiley&Sons, Ltd.pp.311-346.
- Strauss, P. and E. Klaghofer, 2006. Austria. In: Boardman J. and Poesen J. (eds). *Soil erosion in Europe*. John Wiley&Sons Ltd. Pp 205-212.
- Takken, I., L. Beuselinck, J. Nachtergaele, G. Govers, J. Poesen, G. Degraer, 1999. Spatial evolution of a physically-based distributed erosion model (LISEM). *Catena*, 37: 431-447
- Tattari S. and S. Rekolainen. 2006. Finland. In: Boardman J and Poesen J. (eds) *Soil erosion in europe*. John Wiley&Sons, Ltd. Pp. 27-32.
- Tattari S., I. Barlund, S. Rekolainen, M. Posch, K. Siimes, H-R. Tuhkanen, M. Yli-Halla. 2001 Modeling sediment yield and phosphorus transport in Finnish clayey soils. *Transactions of ASAE*, 44:297-307.
- Tenge, A.J., J. de Graaff, J.P. Hella, 2004. Social and economic factors affecting the adoption of soil and water conservation in west Usambara highlands, Tanzania. *Land Degradation&Development*, 15:99-114.
- Torri, D., L. Borselli, F. Guzzetti, M.C. Calzolari, P., Bazzoffi, F. Ungaro, D. Bartolini, P.Salvador, 2006. Italy. In: Boardman J. and Poesen J. (eds). *Soil erosion in Europe*. John Wiley&Sons, Ltd. Pp. 17-25.
- Vandekerckhove, L., M. Swerts, G. Verstraeten, H. Neven, M. De Vrieze. Four indicators of Soil Erosion as used by Policy Makers in Flanders. *OEDC Expert Meeting on soil erosion and soil erosion and soil biodiversity indicators*. 25-28 March, 2003. Rome. Italy.

- Van der Knijff, J.M., R.J.A. Jones, L. Montanarella.2000. Soil erosion risk assessment in Europe. EUR 19044EN, 33pp.
- Van Rompaey, A.J.J., Vieillefont, V., Jones, R.J.A., Montanarella, L., Verstraeten, G, Bazzoffi P., Dostal, T, Krasa, J, de Vente, J., Poesen, J., Validation of soil erosion estimates at European scale. European Soil Bureau Research Report No. 13, EUR 20827 EN, (2003), 26pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Verstraeten, G., J. Poesen, G. Govers, K. Gillijns, A. Van Rompaey, K. Van Oost, 2003. Integrating science, policy and farmers to reduce soil loss and sediment delivery in Flandes, Belgium *Environmental Science&Policy*, 6:95-103.
- Verstraeten, G., J. Poesen, D. Goossens, K. Gillijns, C. Bielders, D. Gabriels, G. Ruyschaert, M. Van der Eeckhaut, T. vanwalleghem, G. Govers, 2006. Belgium. In: Boardman J and Poesen J. (eds) *Soil erosion in Europe*. John Wiley&Sons, Ltd.pp.385-411.
- Wainwright, J., 2004. A review of European Union funded research into the history and evolution of Mediterranean desertification. *Advanced in Environmental Monitoring and Modelling*, Special Issue Vol. 1, Nr. 4, 1-87.
- Wawer, R. and E. Nowocien, 2007. Digital map of water erosion risk in Poland: A qualitative, vector-based approach. *Polish Journal of Environmental Studies* 16, 763-772.
- Weisshaidinger, R. and H.Leser, 2006. Switzerland. In: Boardman J and Poesen J. (eds) *Soil erosion in Europe*. John Wiley&Sons, Ltd. Pp. 231-244.
- Wischmeier, W.H. and D.D. Smith, 1978. *Predicting Rainfall Erosion Losses-A Guide to Conservation Planning*. Agriculture Handbook nr. 537, USDA, U.S. Gov. Printing Off., Washington D.