

CUPRINS

Obiective.....	2
Rezumat.....	2
1. Activitatea 1.2. Dezvoltarea unei metodologii unitare de evaluare a riscului la degradare agrofizică a solului prin compactare.....	4
1.1. Introducere.....	4
1.2. Criterii de evaluare.....	5
1.3. Metodologii de evaluare a riscului la compactare din literatură.....	6
1.4. Metodologie utilizată pentru estimarea vulnerabilității apariției proceselor de degradare prin compactare a solurilor din țara noastră.....	7
1.4.1. CP01 Densitate de împachetare (densitate aparentă, porozitate totală).....	8
1.4.2. CP02 Capacitate pentru aer (volumul porilor umpluți cu aer la o anumită sucțiune).....	17
1.4.3. CP06 Vulnerabilitate la compactare (estimată).....	19
2. Activitatea 1.3 Elaborare de chestionare.....	23
2.1. Chestionare de estimare a vulnerabilității la compactare.....	23
2.2. Chestionare privind legile de sol stabilite pentru estimarea vulnerabilității la compactare.....	32
2.3. Evaluare a chestionarelor.....	39
3. Activitatea 1.4 Elaborare a bazei de date prietenoase.....	40
4. Obiectivul 2 - Analiză comparativă a metodologiilor existente de evaluare a riscului de degradare agrofizică prin compactare.....	43
4.1. Activitatea 2.1. - Studiu comparativ al metodologiilor existente de evaluare a riscului la degradare fizică prin compactare din punct de vedere teoretic (determinate).....	43
4.2. Activitatea 2.2. - Studiu comparativ al metodologiilor existente de evaluare a riscului la degradare fizică prin compactare din punct de vedere practic (bazate pe experiență).....	46
4.3. Studiu caz.....	48
4.3.1. Condiții generale.....	48
4.3.2. Indicatori utilizați pentru estimarea compactării.....	55
4.3.3. Mod de selectare a suprafeței pilot.....	55
4.3.4. Evaluare a indicatorilor.....	55
5. Concluzii.....	70
6. Bibliografie.....	72

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 existente de evaluare a riscului la apariția degradării prin compactare la nivel european ; în acest context activitățile desfășurate au fost :

- dezvoltarea unei metodologii unitară de estimare a riscului apariției degradării agrofizice prin compactare a solurilor agricole din țara noastră ;
- elaborarea de chestionare ;
- elaborarea unei baze de date prietenoase.

2) analiza comparativă a metodologiilor de evaluare a riscului la apariția degradării prin compactare a solurilor agricole ; în acest context activitățile desfășurate au fost :

- realizarea unui studiu comparativ al metodologiilor existente de evaluare a riscului la apariția degradării prin compactare a solurilor agricole din punct de vedere teoretic ;
- studiu comparativ al metodologiilor existente de evaluare a riscului la apariția degradării prin compactare a solurilor agricole din punct de vedere practic.

Rezumat

În cadrul etapei a fost elaborată o metodologie de estimare a riscului de apariție a degradării prin compactare a solurilor agricole, la nivelul țării noastre. Estimarea vulnerabilității la compactare a solurilor s-a realizat prin analiza a trei parametri: densitatea de împachetare (CP01), capacitatea pentru aer sau volumul porilor umpluți cu aer la o treaptă de reținere a apei sau sucțiune specifică (CP02) și vulnerabilitatea la compactare (estimată) (CP03). Metodologia elaborată a fost adaptată după cea stabilită în Manualul de Proceduri și Protocoale ENVASSO. Metodologia utilizată a fost prezentată analizând pe rând fiecare parametru în parte, iar pentru fiecare dintre aceștia au fost stabilite două modalități de estimare: din punct de vedere practic, bazată pe măsurători directe și una deterministă, bazată pe estimări indirecte bazate pe funcții de pedotransfer, deci o analiză din punct de vedere teoretic.

Au fost elaborate chestionare care au avut 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. Chestionarele ne-au furnizat informații privind situația existentă în alte țări europene, în ceea ce privește metodologiile de estimare a riscului la degradare prin compactare a solurilor agricole și au fost elaborate în două moduri: primul este conceput astfel încât să ne furnizeze informații privind datele științifice, care sunt utilizate în metodologiile de estimare a vulnerabilității la compactare; al doilea tip de chestionar a fost astfel conceput încât să ne furnizeze informații privind legislația de sol existentă la nivelul fiecărei țări.

Chestionarele au fost trimise în mai multe țări europene, încercându-se o acoperire reprezentativă a Europei. Informațiile furnizate au fost apoi adunate într-o bază de date, care va fi utilizată ulterior pentru stabilirea criteriilor de armonizare a diferitelor metodologii și elaborarea unei modalități de abordare unitară în acord cu condițiile specifice fiecărui areal la nivel european și cu Directiva de Sol propusă de Comisia Europeană.

Au fost realizată apoi o analiză comparativă a metodologiilor de estimare a riscului la degradare agrofizică prin compactare. Au fost analizate metodologiile abordate determinist prin funcții de pedotransfer, modele de simulare (din punct de vedere teoretic) și cele de tip expert bazate pe experiență, măsurători directe. A fost utilizată informația prezentată în cadrul chestionarelor.

S-a realizat un studiu caz privind metodologia care a fost dezvoltată de institutul nostru în consorțiu cu partenerii de proiect pentru estimarea riscului de apariție a compactării solurilor agricole, la nivelul țării noastre.

RAPORT DE CERCETARE AL ETAPEI II în contractul nr. 51-031

METODOLOGII DE EVALUARE A RISCULUI LA DEGRADARE AGROFIZICĂ

Obiectiv 1 – Inventarul metodologiilor de evaluare a riscului la degradare agrofizică existente – compactarea solului

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

1.1. Introducere

O problemă cu care se confruntă agricultura mecanizată modernă o constituie creșterea presiunilor exercitate pe soluri în urma traficului mașinilor agricole. Van den Akker (2003) a subliniat faptul că, în prezent, solurile la nivel european, au o susceptibilitate ridicată la apariția proceselor negative de degradare prin compactare.

Terenurile arabile pe care se aplică sistemele tehnologice agricole intensive în care componenta principală o constituie arătura de bază cu întoarcerea brazdei sunt cele mai vulnerabile la apariția compactării de suprafață și de subsol (de adâncime). Analizând cele două procese atât din punct de vedere economic cât și al protecției mediului înconjurător, compactarea de suprafață are un puternic impact negativ comparativ cu cea de subsol (de adâncime). Din punct de vedere al sustenabilității însă, compactarea de subsol (de adâncime) este mult mai gravă, după cum s-a stabilit în cadrul Grupurilor de Lucru pentru Strategia Solului (Van Camp și al., 2004).

În definiția subsolului stabilită de Van den Akker și al. (2004) și Van Camp și al. (2004), așa-numitul "hardpan" reprezintă partea superioară a subsolului și în cel mai multe cazuri este stratul cel mai puternic compactat. Prin aplicarea lucrărilor mecanice sau în urma proceselor naturale de afânare solurile afectate de compactare de suprafață pot fi remediate, acestea atingând un nivel calitativ optim într-un timp relativ scurt. Compactarea de subsol însă, este un proces cumulativ, care se intensifică în timp, conducând în final la formarea unui strat sau orizont compactat omogen. Reziliența subsolului la compactare este redusă, de aceea compactarea de subsol persistă în timp (Allakukku, 2000, Voorhees, 2000). Există o relație strânsă între compactare, eroziunea prin apă, inundabilitate având în vedere că prin compactarea de suprafață și subsol capacitatea de infiltrație a apei în sol este mult diminuată. Prin urmare, având în vedere efectele deosebit de negative determinate de apariția compactării de subsol, în general, studiile privind estimarea riscului la compactare analizează îndeosebi starea subsolului (compactarea de adâncime) și mai puțin a orizontului de suprafață (compactarea de suprafață).

1.2. Criterii de evaluare

Pentru evaluarea riscului la compactare sunt luați în considerare trei factori importanți:

- 1) **Climatul:** Cu cât precipitațiile sunt mai ridicate și evapotranspirația mai scăzută, capacitatea de infiltrație a apei este mai mare. Solurile aflate în climat umed sunt mai vulnerabile la compactare. Prin procesele de umezire-uscare, gonflare-contrație, solul are capacitatea de a-și modifica starea de compactitate sau de așezare și pe cea structurală (Hakansson și Petelkau, 1994). Solurile cu o umiditate ridicată menținută în timp au o reziliență redusă la compactare, deoarece nu au capacitate de contrație, nu prezintă condiții favorabile pentru dezvoltarea organismelor cu rol important în ceea ce privește starea de compactitate, în sensul reducerii acesteia prin afânare.
- 2) **Solul:** Rezistența, starea de compactitate și reziliența sunt procese determinate de parametrii de caracterizare a solului: textura, mineralogia argilei, conținutul de humus, umiditatea, starea structurală și fauna. Prin compactare sunt afectate în sens negativ proprietățile fizice ale solului cele mai importante cum ar fi: conductivitatea hidraulică, difuzia oxigenului, rezistența la penetare, macroporozitatea. Dacă cel puțin unul din acești parametri înregistrează valori sub limita optimă, solul este considerat a avea un grad ridicat de compactitate. Gradul de compactitate al solului este influențat de textură, starea structurală, densitate și umiditate, toți acești parametri caracterizând rezistența solului la diferite presiuni exercitate. Reziliența solurilor compactate este influențată de capacitatea de gonflare-contrație a solului, activitatea biologică și gradul de afânare realizat în urma efectuării lucrărilor agricole. Capacitatea de gonflare-contrație depinde în mare măsură de conținuturile de argilă, respectiv humus. Activitatea biologică este puternic determinată de prezența humusului în sol, de starea structurală, densitatea și umiditatea acestuia. Afânarea în urma efectuării lucrărilor agricole este eficientă, dar în același timp poate afecta în sens negativ starea structurală a solului și mărește gradul de susceptibilitate la recompactare. Subsolurile recompactate prezintă de regulă o stare structurală slabă și în general proprietăți fizice nefavorabile (Dexter și al., 2004, Kooistra și al., 1984).
- 3) **Managementul apei și solului:** Un sistem de drenaj necorespunzător sau irigația aplicată în momente neadecvate sunt factori care determină apariția unor efecte negative în ceea ce privește starea de umiditate din sol, determinând intensificarea riscului de apariție a degradării prin compactare. Solul și sistemul agricol de cultivare reprezintă factori importanți în ceea ce privește estimarea riscului la degradare prin compactare. Greutatea roților mașinilor agricole (sarcina pe osie), presiunea în pneuri nu trebuie să depășească rezistența pe care o poate opune solul în urma traficului acestora la suprafață pentru

efectuarea lucrărilor agricole. De cele mai multe ori însă, aceste lucruri nu se respectă, traficul exagerat al mașinilor agricole în condiții necorespunzătoare determinând apariția compactării atât în orizontul de suprafață al solului cât și în subsol (orizonturile de adâncime). De asemenea, aplicarea îngrășămintelor organice, operațiile de recoltare în timpul perioadelor umede, când starea de umiditate a solului nu este optimă pentru efectuarea acestor lucrări, au ca efect creșterea vulnerabilității sau chiar apariția compactării. Efectuarea arăturii cu două roți în brazdele deschise determină apariția compactării de subsol. Utilizarea unor rotații de cultură intensivă cu un procent ridicat de rădăcinoase care se recoltează toamna târziu (de ex. sfecla-de-zahăr) reprezintă un factor de risc ridicat pentru apariția compactării. Din acest motiv, se recomandă utilizarea în rotația de culturi a unei proporții ridicate de plante cerealiere, care au capacitatea de a îmbunătăți starea structurală a solului. Proprietarii de teren și fermierii, prin urmare factorul antropic, are o influență importantă asupra rezolvării problematichilor privind degradarea solurilor prin compactare.

1.3. Metodologii de evaluare a riscului la compactare din literatură

Canarache (1987), Canarache și al., (2000) și Petelkau și al., (2000) au inclus cei mai mulți factori prezentați mai sus într-o abordare semi-empirică pentru evaluarea riscului la degradare prin compactare în România și estul Germaniei. Aceste evaluări sunt bazate pe experiențe de lungă durată, determinări ale stării de compactitate efectuate prin măsurători directe pe probe de sol recoltate din teren, informații amănunțite din bazele de date și prin utilizarea funcțiilor de pedotransfer. Estimările realizate au fost adaptate la condițiile specifice existente la nivel de țară.

Horn și al., (2005), Simota și al., (2005) și Van den Akker (2004) au utilizat o abordare mai mult deterministică, bazată pe modele de simulare, pentru evaluarea riscului la degradare prin compactare comparând valorile presiunilor estimate prin simulare pentru diferite tipuri de sol cu cele exercitate efectiv de pneuri în urma traficului mașinilor pe terenurile agricole. Acest mod de abordare al metodologiilor de evaluare a riscului la degradare prin compactare a solurilor agricole a fost ulterior îmbunătățit, astfel că a fost elaborat modelul Alcor (www.microleis.com). S-a încercat estimarea riscului la apariția compactării în orizontul de suprafață și în subsol, pentru două nivele ale conținutului de apă, ținând cont de rezistența solului la compresiune, presiunea de inflație maxim admisă în pneuri și de efectele asupra stării fizice a solului. Pentru calculul rezistenței la compresiune a solului au fost utilizate funcțiile de pedotransfer elaborate pe baza măsurărilor efectuate în Germania. Utilizând această metodologie de estimare a riscului de apariție a compactării au fost elaborate hărți, de la nivel de fermă până la scară europeană (Horn și al., 2005). Un avantaj al acestei metode de tip determinist este că poate fi utilizată în fiecare țară, deși există incertitudinea, că este posibil ca funcțiile de pedotransfer elaborate în funcție de

tipurile de sol întâlnite în Germania să nu poată fi adaptate în țări cu soluri și condiții climatice complet diferite. Un alt dezavantaj este acela că aceste funcții de pedotransfer nu sunt bazate pe date ușor accesibile.

Jones și al., (2003) a elaborat o hartă provizorie a susceptibilității inerente a subsolului la compactare la nivel european utilizând Baza de Date de Sol Europeană și baza de date agrometeorologice a proiectului MARS. Aceste date au fost corelate cu sisteme de clasificare bazate pe o abordare de tip expert prin observații efectuate în teren, în profile de sol realizate în areale în care sunt aplicate preponderent sistemele de agricultură intensivă. Jones și al., (2003) au stabilit că acest mod de abordare poate fi îmbunătățit dacă ar fi luate în considerare date climatice recente și măsurători ale însușirilor mecanice ale solului.

O altă abordare la scară largă pentru estimarea în principal a prezenței, dar și a riscului apariției compactării în țările est-europene a fost realizată în cadrul proiectului SOVEUR (Nachtergaele și colab., 2002). În acest proiect estimarea riscului la apariția compactării s-a realizat printr-o abordare de tip expert, care uneori s-a bazat pe impresii subiective, care este posibil să nu fi corespuns realității.

Pe ansamblu, se poate spune că, în general metodele deterministe de estimare a riscului de apariție a compactării se bazează pe determinarea gradului de vulnerabilitate a solului la apariția acestui proces și nu iau în considerare și alți factori cum ar fi: clima, apa sau tipul de management al solului. Reziliența solului la compactare este, de asemenea, un alt factor parțial inclus în astfel de metodologii. Pe de altă parte metodele semi-empirice au avantajul că includ în mod inherent toate aceste aspecte, dar au dezavantajul că sunt dependente de condițiile specifice locale și sunt bazate pe experiența din trecut. În consecință nu se recomandă utilizarea metodelor semi-empirice în cazul în care au loc modificări ale managementului terenului sau apar schimbări climatice.

1.4. Metodologie utilizată pentru estimarea vulnerabilității apariției proceselor de degradare prin compactare a solurilor din țara noastră

Estimarea vulnerabilității la compactare a solurilor s-a realizat prin analiza a trei parametri: densitatea de împachetare (CP01), capacitatea pentru aer sau volumul porilor umpluți cu aer la o treaptă de reținere a apei sau suucțiune specifică (CP02) și vulnerabilitatea la compactare (estimată) (CP03). Metodologia utilizată este adaptată după cea elaborată în Manualul de Proceduri și Protocoale ENVASSO. Metodologia utilizată va fi prezentată analizând pe rând fiecare parametru în parte, iar pentru fiecare dintre aceștia va fi prezentată o modalitate de estimare din punct de vedere practic, bazată pe măsurători directe și una deterministă, bazată pe estimări indirecte bazate pe funcții de pedotransfer, deci o analiză din punct de vedere teoretic.

1.4.1. CP01 Densitate de împachetare (densitate aparentă, porozitate totală)

Pentru estimarea densității de împachetare au fost utilizate două metodologii : una directă, empirică, bazată pe măsurători, celalaltă indirectă, bazată pe funcții de pedotransfer. În tabelul 1 sunt prezentați parametrii necesari pentru estimarea directă sau indirectă a densității de împachetare :

Tabel 1 Parametri de estimare a densității de împachetare : ceea ce este în negru sunt parametri măsurați, ceea ce este în albastru sunt parametri estimați prin funcții de pedotransfer (modelare); A=directă, prin măsurători, M=modelare, funcții de pedotransfer

Parametri	Unități	Tip de metodologie
Textură	%	A
	clase texturale	
Densitate aparentă	$t \cdot m^{-3}$	A
Conținut de carbon organic din sol	% g/g	A
Rezistența la sfărâmare a agregatelor de sol	clase	M
Starea de structurare (agregare) a solului	clase	M
Mărimea și forma agregatelor de sol	clase	M
Conținutul de apă din sol	% v/v	A
Potențialul apei din sol	kPa	A

Metodologia de estimare a vulnerabilității la compactare empiric, bazată pe măsurători directe constă în următoarele etape :

Dacă conținutul de carbon organic din sol este mai mare de 8 % sunt parcurși următorii pași:

Pasul 1: se recoltează probe de sol pentru determinarea densității aparente în acord cu ISO 11272:1998;

Pasul 2: se determină densitatea aparentă în acord cu ISO 11272:1998;

Pasul 3: se efectuează analize pentru determinarea distribuției după mărime a particulelor (textură) pe probele de sol recoltate anterior în acord cu ISO 11277:1998;

Pasul 4: se calculează densitatea de împachetare utilizând ecuația 1.

Dacă conținutul de carbon organic din sol este mai mic de 8 % sunt parcurse următorii pași:

Pasul 1: se recoltează probe de sol pentru determinarea densității aparente în acord cu ISO 11272:1998;

Pasul 2: se determină densitatea aparentă în acord cu ISO 11272:1998;

Pasul 3: se efectuează analize pentru determinarea distribuției după mărime a particulelor (textură) pe probele de sol recoltate anterior în acord cu ISO 11277:1998;

Pasul 4: se calculează densitatea de împachetare utilizând ecuația 1.

$$L_d = D_b + 0,009 C \quad (\text{ecuația 1})$$

unde: C = conținut de argilă (%g/g);

D_b = densitatea aparentă ($t \cdot m^{-3}$; $g \cdot m^{-3}$);

L_d = densitatea de împachetare ($t \cdot m^{-3}$; $g \cdot m^{-3}$).

Modalitatea de estimare a densității de împachetare indirect prin funcții de pedotransfer parcurge următorii pași:

Pasul 1: se analizează în câmp starea structurală a solului:

- i) se determină rezistența la sfărâmare a bulgărilor de sol (Anexa I);
- ii) se determină starea structurală (de agregare) a solului (Anexa I);
- iii) se determină forma și mărimea bulgărilor de sol (Anexa I).

Pasul 2: se estimează clasa în care se încadrează valorile densității de împachetare:

- i) se estimează clasa în care se încadrează densitatea de împachetare prin introducerea datelor privind starea structurală a solului în tabelele de transformare (Anexa II).

Anexa I Structură a solului

Termenul de structură a solului (stare structurală) se referă la forma, mărimea, starea de agregare a particulelor minerale în unități structurale de sol (bulgări, fragmente) și la distribuția spațială a acestora, luând în considerare spațiul poros (pori, fisuri) între și în interiorul agregatelor de sol.

Agregatele de sol naturale sunt separate prin spații umplute cu aer (macropori) și sunt relativ stabile sub acțiunea ciclurilor de umezire-uscarea. Bulgării și fragmentele sunt agregate de sol mai instabile care, de regulă se formează la suprafața solului datorită aplicării sistemelor agricole de lucrare a solului în condiții necorespunzătoare.

În general formarea agregatelor naturale de sol este determinată de doi factori:

- a) de regulă, agregatele din orizontul A al solului prezintă suprafețe poroase neregulate care sunt uniform colorate. Ele s-au format ca efect al interacțiunii dintre organismele din sol, rădăcinile și particulele minerale; de asemenea ; unele agregate se formează prin excreția faunei prezente în sol (râmele);
- b) agregatele formate în orizonturile inferioare ale solului au fețe regulate care pot fi diferențiate de suprafețele rupte în mod artificial sau prin culorile distincte pe care le au în comparație cu acelea ale matricii de sol.

Suprafața agregatelor formate natural poate fi învelită de materia organică sau particulele de argilă, care au sarcină negativă și sunt puternic legate de cationii din sol. De asemenea unele agregate naturale au suprafața netedă și lucioasă. Spațiile dintre agregatele naturale de sol reprezintă căi de acces sau penetrare a rădăcinilor plantelor cultivate, motiv pentru care suprafețele agregatelor naturale de sol sunt învelite de materie vegetală (rădăcini vii sau moarte).

Formă și mărime a agregatelor naturale de sol

Diferite tipuri de forme și mărimi ale agregatelor naturale de sol sunt prezentate în tabelul 2 :

Tabel 2 Mărimea și forma agregatelor naturale și a bulgărilor de sol

Mărimea	Forma și modul de aranjare al agregatelor naturale de sol				
	În plăci (șisturi) cu o dimensiune (verticală) foarte mică în raport cu celelalte două; distribuite în jurul unui plan orizontal; fețe orizontale	Prismatică cu două dimensiuni (orizontale) mult mai mici decât cea verticală; fețe verticale bine definite	În bloc, poliedrică, sferică, cu cele trei dimensiuni având aceeași mărime, distribuite în jurul unui punct	Fete netede; angulare	Fete netede și rotunjite
	În plăci¹	Prismatică²	Angulară în bloc³	Subangulară în bloc	Granulară
Foarte fină	Foarte fină < 1 mm	Foarte fină < 10 mm	Foarte fină < 5 mm	Foarte fină < 5 mm	Foarte fină < 1 mm
Fină	Fină 1 – 2 mm	Fină 10 – 20 mm	Fină 5 – 10 mm	Fină 5 – 10 mm	Fină 1 – 2 mm
Medie	Medie 2 – 5 mm	Medie 20 – 50 mm	Medie 10 – 20 mm	Medie 10 – 20 mm	Medie 2 – 5 mm
Grosieră	Grosieră 5 – 10 mm	Grosieră 50 – 100 mm	Grosieră 20 – 50 mm	Grosieră 20 – 50 mm	Grosieră 5 – 10 mm
Foarte grosieră	Foarte grosieră > 10 mm	Foarte grosieră > 100 mm	Foarte grosieră > 50 mm	Foarte grosieră > 50 mm	Foarte grosieră > 10 mm

¹ Structura în plăci se caracterizează ca fiind lenticulară atunci când plăcile sunt groase la mijloc și subțiri către margini

² Agregate cu formă prismatică, dar cu vârfuri rotunjite, descrise ca fiind columnare

³ Agregate cu formă aproximativ tetraedrică prezentă în soluri, de exemplu ca structură în bloc angulară tetraedrală.

Stare de structurare (agregare) a solului

Starea de structurare a solului este caracterizată în câmp cantitativ, prin determinarea proporției în care particulele minerale formează agregate structurale în stare naturală și prin frecvența și distingerea suprafețelor naturale care persistă în urma acțiunii ciclurilor de umezire-uscarea. Starea agregare reflectă gradul de coeziune în interiorul agregatelor structurale și adeziune între suprafețele exterioare ale acestora. Starea de structurare a solului este de asemenea, determinată de capacitatea acestuia de a forma agregate stabile în timp sub acțiunea diferiților factori și procese. Starea de agregare este strâns corelată cu conținutul de apă din sol. Termenii și clasele stabilite pentru caracterizarea stării de structurare (agregare) a solului sunt următoarele:

Nestructurat – solul nu prezintă stare de agregare, nu prezintă o distribuie ordonată a liniilor (suprafețelor) naturale de cea mai mică rezistență. Solurile nestructurate se împart în două categorii:

- *sol cu structură grăunțoasă compactă* – solul se desface sub acțiunea diferiților factori și procese în particule primare strâns legate între ele. Tensiunile mari prezente la suprafața exterioară a particulelor minerale de sol, permit stabilirea unor legături puternice între acestea și formarea așa-ziselor „grăunțe” compacte și stabile în timp, indiferent de starea de umiditate a solului.
- *Sol cu structură masivă* – solul se prezintă sub formă de blocuri masive, care sub acțiunea diferiților factori și procese se desfac fie în bulgări de dimensiuni mici, fie rămân compacte, având un grad ridicat de coeziune. Capacitatea sau forța cu care aceste blocuri masive se pot desface va fi analizată într-un alt paragraf, în care va fi prezentat un alt parametru de caracterizare a structurii solului și anume, consistența.

Slab structurat – Solul prezintă agregate structurale slab formate, având coeziune slabă. Astfel de agregate structurale, sub acțiunea factorilor distructivi se desfac în bulgări mici, necoezivi, care nu prezintă o stare de structurare. Deși agregatele structurale prezintă o coeziune slabă, se pot lega unele de celelalte cu ușurință, iar la conținuturi ridicate de apă au consistență slabă. În cadrul acestei clase se distinge o categorie aparte :

- *Slab structurat, cu aderență* - solul prezintă agregate structurale slab formate, având coeziune mare în interiorul acestora și un grad ridicat de aderență unele față de altele. Acest tip de agregate structurale la conținuturi ridicate de apă sunt compacte, tari, au consistență mare.

Moderat structurat – solul prezintă agregate structurale moderat durabile în timp, nu se disting cu ușurință în solurile aflate în structură naturală, nederanjată. Sub acțiunea factorilor distructivi acest tip de agregate de sol se pot desface într-un amestec format din: agregate structurale distincte și material nestructurat. Au o consistență mai ridicată.

Puternic structurat – solul prezintă agregate structurale stabile în timp, cu un grad scăzut de adeziune, rezistență ridicată la acțiunea distructivă a unor factori și procese. Materialul de sol deranjat prezintă agregate structurale distincte și stabile în timp, moderat compacte, cu grad de consistență mai ridicat.

Consistență

Consistența solului este un indicator de caracterizare al gradului de coeziune și adeziune al solului și este descris prin rezistența la sfărâmare, plasticitatea solului. Caracteristicile privind consistența solului depind în mare parte de conținutul de apă al acestuia. Prin urmare pentru evaluarea

Tabel 3 Rezistența la sfărâmare a agregatelor structurale de sol

Clase și subclase ale rezistenței la sfărâmare a agregatelor structurale		Forța necesară de rupere (N) ¹	Masa echivalentă pentru ruperea unui cub de sol cu latura de 3 cm (kg)	Metoda utilizată	Condiții de rupere pentru un cub de sol cu latura de 3 cm	Clase ale rezistenței la sfărâmare stabilite de Biroul de Cartare al Solului (1960)
Afânate		0	0		Cubul de sol nu poate fi recoltat. Această clasă nu este utilizată în cazul solurilor cu un conținut ridicat de apă	
Slabe	Foarte slabe	< 8	< 0,8	Sarcina aplicată pe fețele orizontale ale cubului de sol prin apăsare între degete este aceeași cu presiunea exercitată asupra acestuia în sol	Cubul de sol poate fi modelat, dar se rupe sub acțiunea unei forțe mici, slabe	Foarte friabile când solul este umed și moi, afânate când solul este uscat
	Moderat slabe	8 - 20	0,8 - 2		Cubul de sol se rupe sub acțiunea unei forțe mici, slabe	Friabile când solul este umed, iar dacă solul este uscat suprafața de rupere este tare la pipăit
Tari	Moderat tari	20 - 40	2 – 4		Cubul de sol se rupe sub acțiunea unei forțe mijlocii; aceasta are valori semnificativ mai mici decât forța maximă pe care un om o poate exercita în ritm lent	Foarte tari când solul este umed, iar dacă solul este uscat suprafețele (liniile) de cea mai mare rezistență sunt tari la pipăit
	Foarte tari	40 - 80	4 – 8		Cubul de sol se rupe sub acțiunea unei forțe de 80 N, forța maximă pe care un om o poate exercita prin apăsare între degete	Foarte tari când solul este umed, tari la pipăit când solul este uscat
Puternice	Moderat puternice	80 - 160	8 – 16	Sarcina aplicată ușor prin apăsarea cu piciorul a cubului de sol așezat pe o suprafață plană	Cubul de sol se rupe sub acțiunea unei forțe ușoare exercitată prin apăsarea acestuia cu piciorul unui om de o greutate medie	Extrem de tare când solul este umed, foarte tari când solul este uscat
	Foarte puternice	160 - 800	16 – 80		Cubul de sol se rupe sub acțiunea unei forțe ușoare exercitată prin apăsarea acestuia cu piciorul unui om cu o greutate de 80 kg	Extrem de tari la pipăit când solul este uscat
Rigide		> 800	> 80		Cubul de sol rezistă la acțiunea unei forțe exercitată prin apăsare de un om de greutate medie	

¹ Forța Newton (N) este calculată prin înmulțirea valorii sarcinii aplicate în kg pentru ruperea cubului de sol cu 9,806.

gradului de consistență al unui sol la un anumit moment, este necesară determinarea în prealabil, a conținutului de apă al acestuia.

Rezistența la sfărâmare reprezintă forța pe care o opune un agregat structural de sol a cărui formă este aproximată cu a unui cub cu latura de 3 cm la o sarcină aplicată. Rezistența la sfărâmare a unui sol poate fi determinată la diferite nivele ale conținutului de apă.

Pentru a estima rezistența la sfărâmare se recoltează din orizontul de sol o probă de material de forma unui cub cu latura de 3 cm. Se aplică o sarcină ușoară pe fețele orizontale ale cubului prin presarea acestuia între degetul mare și arătătorul mâinii sau prin apăsarea cu piciorul, acesta fiind așezat pe o suprafață plană. Presiunea sau greutatea sub care cubul se crapă sau se rupe caracterizează rezistența la sfărâmare a solului analizat.

Clasele de rezistență la sfărâmare sunt prezentate în tabelul 3. Nu există până în prezent un mod de abordare unitar în ceea ce privește presiunile sau sarcinile standard exercitate pentru sfărâmarea cubului de sol.

Unele soluri, cum ar fi cele cu structură în plăci, au rezistență la sfărâmare mai mare la aplicarea unei sarcini pe direcție verticală, decât exercitarea după o direcție orizontală. De regulă, rezistența la sfărâmare este determinată în plan vertical, dar dacă se solicită, aceasta poate fi estimată și la aplicarea unei sarcini pe direcție orizontală, trebuie însă menționat în buletinul de înregistrare.

Anexa II

În continuare este prezentată metodologia utilizată pentru estimarea indirectă a densității de împachetare, prin funcții de pedotransfer, în funcție de tipul de structură și clasele de mărime a agregatelor de sol, luând în considerare textura solului.

(Sursă: Hodgson, 1997, pag. 37-46; FAO, 2006, pag. 44-47,
Structura solui – tabel de conversie a densității de împachetare)

Rezistența la sfărâmare agregatelor de sol	nestructurat			foarte friabil			friabil			tare			foarte tare			extrem de tare			extrem de puternic		
Starea structurală a solului →	slab	moderat	puternic	slab	moderat	puternic	slab	moderat	puternic	slab	moderat	puternic	slab	moderat	puternic	slab	moderat	puternic	slab	moderat	puternic
Forma și mărimea agregatelor structurale ↓																					
grăunțoasă masivă																					
masivă																					
granulară	f																				
	m																				
	g																				
	fg																				
subangulă în bloc	f																				
	m																				
	g																				
	fg																				
angulă în bloc	f																				
	m																				
	g																				
	fg																				
prismatică	f																				
	m																				
	g																				
	fg																				
în plăci	f																				
	m																				
	g																				
	fg																				

Densitate de împachetare redusă < 1,40 g·cm⁻³

Densitate de împachetare medie 1,40 – 1,75 g·cm⁻³

Densitate de împachetare mare > 1,75 g·cm⁻³

Combinatii foarte rare sau care nu există

f

fină și foarte fină

m

medie

g

fg

Figura 1 Estimarea densității de împachetare prin funcții de pedotransfer în funcție de tipul de structură și clasele de mărime a agregatelor de sol pentru orizonturile solurilor cu textură nisipoasă sau nisipuloasă (după Hodgson, 1997)

Anexa II

(Sursă: Hodgson, 1997, pag. 37-46; FAO, 2006, pag. 44-47,
Structura solui – tabel de conversie a densității de împachetare)

Rezistența la sfărâmare agregatelor de sol	nestructurat			foarte friabil			friabil			tare			foarte tare			extrem de tare			extrem de puternic		
Starea structurală a solului →	slab	moderat	puternic	slab	moderat	puternic	slab	moderat	puternic	slab	moderat	puternic	slab	moderat	puternic	slab	moderat	puternic	slab	moderat	puternic
Forma și mărimea agregatelor structurale ↓																					
grăunțoasă masivă																					
masivă																					
granulară	f																				
	m																				
	g																				
	fg																				
subangulată în bloc	f																				
	m																				
	g																				
	fg																				
angulată în bloc	f																				
	m																				
	g																				
	fg																				
prismatică	f																				
	m																				
	g																				
	fg																				
în plăci	f																				
	m																				
	g																				
	fg																				

Densitate de împachetare redusă < 1,40 g·cm⁻³

Densitate de împachetare medie 1,40 – 1,75 g·cm⁻³

Densitate de împachetare mare > 1,75 g·cm⁻³

Combinații foarte rare sau care nu există

f

 fină și foarte fină

m

 medie

g

 grosieră

fg

Figura 2 Estimarea densității de împachetare prin funcții de pedotransfer în funcție de tipul de structură și clasele de mărime a agregatelor de sol pentru orizonturile solurilor cu textură luto-nisipoasă, luto-prăfoasă-nisipoasă sau luto-prăfoasă (după Hodgson, 1997)

Anexa II

(Sursă: Hodgson, 1997, pag. 37-46; FAO, 2006, pag. 44-47,

Structura solui – tabel de conversie a densității de împachetare)

Rezistența la sfărâmare agregatelor de sol	nestructurat			foarte friabil			friabil			tare			foarte tare			extrem de tare			extrem de puternic		
Starea structurală a solului →	slab	moderat	puternic	slab	moderat	puternic	slab	moderat	puternic	slab	moderat	puternic	slab	moderat	puternic	slab	moderat	puternic	slab	moderat	puternic
Forma și mărimea agregatelor structurale ↓																					
grăunțoasă masivă																					
masivă																					
granulară	f																				
	m																				
	g																				
	fg																				
subangulară în bloc	f																				
	m																				
	g																				
	fg																				
angulară în bloc	f																				
	m																				
	g																				
	fg																				
prismatică	f																				
	m																				
	g																				
	fg																				
în plăci	f																				
	m																				
	g																				
	fg																				

	Densitate de împachetare redusă < 1,40 g·cm ⁻³	f	fină și foarte fină
	Densitate de împachetare medie 1,40 – 1,75 g·cm ⁻³	m	medie
	Densitate de împachetare mare > 1,75 g·cm ⁻³	g	grosieră
	Combinatii foarte rare sau care nu există	fg	foarte grosieră
	Densitate de împachetare ridicată dacă fețele agregatelor sunt gleizate		

Figura 3 Estimarea densității de împachetare prin funcții de pedotransfer în funcție de tipul de structură și clasele de mărime a agregatelor de sol pentru orizonturile solurilor cu textură luto-argilo-nisipoasă, luto-argiloasă sau luto-argilo-prăfoasă, argilo-nisipoasă, argiloasă sau luto-argilo-prăfoasă (după Hodgson, 1997)

1.4.2. CP02 Capacitate pentru aer (volumul porilor umpluți cu aer la o anumită sucțiune)

Volumul porilor umpluți cu aer la o anumită treaptă de reținere a apei în sol (sucțiune) sau capacitatea pentru aer este un parametru care caracterizează gradul de compactare al solului. Sunt prezentate două metodologii de estimare a capacității pentru aer: una directă, empirică, bazată pe măsurători directe și cealaltă, deterministică, indirectă prin funcții de pedotransfer.

Pentru estimarea volumului porilor umpluți cu aer este necesară determinarea în prealabil a conținutului de apă din sol (%v/v) corespunzător unui potențial matriceal de 5 kPa. Pentru aceasta se prelevează o probă de sol în structură nederanjată (cilindru metalic având volumul de 200 cm³). Capacitatea pentru aer se calculează utilizând ecuația 2:

$$C_a = T - \theta_v(5) \quad (\text{ecuația 2}) \quad \text{unde:}$$

T – porozitate totală (%v/v);

$\theta_v(5)$ – conținutul de apă corespunzător unui potențial matriceal de 5 kPa (%v/v);

Porozitatea totală se calculează utilizând ecuația 3:

$$T = (1 - D_b/D_p) \cdot 100 \quad (\text{ecuația 3}) \quad \text{unde:}$$

D_b – densitatea aparentă a solului;

D_p – densitatea particulelor de sol

Se determină densitatea aparentă, apoi proba de sol aflată în structură nederanjată este păstrată pe baia de nisip pentru a atinge un nivel de echilibru în ceea ce privește capacitatea de reținere a apei în cilindrul de sol, corespunzător unui potențial matriceal de 5 kPa; se determină conținutul de apă (%v/v) corespunzător treptei de sucțiune de 1,7 (potențial matriceal de 5 kPa), apoi se calculează capacitatea pentru aer a solului utilizând ecuația 2, pentru o valoare a densității particulelor (D_p) stabilită în prealabil. Acest parametru, de regulă variază în intervalul de valori, 2,55 – 2,65 t·m⁻³ pentru solurile minerale. În tabelul 4 sunt prezentați parametrii necesari pentru estimarea directă sau indirectă a capacității pentru aer a solurilor.

Tabel 4 Parametri de estimare a capacității pentru aer: ceea ce este în negru sunt parametri măsoarați, ceea ce este în albastru sunt parametri estimați prin funcții de pedotransfer (modelare); A=directă, prin măsurători, M=modelare, funcții de pedotransfer

Parametri	Unități	Tip de metodologie
Conținutul de apă corespunzător potențialului matriceal de 5 kPa	% v·v ⁻¹	A
Densitatea aparentă	t·m ⁻³	A
Densitatea particulelor	t·m ⁻³	A
Distribuția după mărime a particulelor (S, Z, C)	%	A
Intervale largi de mărime a particulelor	clase	M

Tabelul 5 Conținuturi de apă și conductivități hidraulice nesaturate la diferite sucțiuni (după Wösten și al., 1998)

Clasă texturală	kPa pF	0	1	2	5	10	20	25	50	100	200	500	1000	1500	1600
		0	1	1,3	1,7	2	2,3	2,4	2,7	3	3,3	3,7	4	4,17	4,2
<i>Orizont de suprafață</i>															
Grosieră	k	60,00	6,68	2,37	0,31	$4,7 \cdot 10^{-2}$	$5,8 \cdot 10^{-3}$	$2,8 \cdot 10^{-3}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	$3,5 \cdot 10^{-5}$	$3,8 \cdot 10^{-6}$	$1,9 \cdot 10^{-7}$	$2,1 \cdot 10^{-8}$	$5,9 \cdot 10^{-9}$	$4,7 \cdot 10^{-9}$
	θ	0,403	0,379	0,352	0,294	0,243	0,197	0,184	0,148	0,120	0,098	0,077	0,065	0,060	0,059
Mijlocie	k	12,10	0,61	0,29	0,08	$2,5 \cdot 10^{-2}$	$7,4 \cdot 10^{-3}$	$4,8 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-4}$	$9,2 \cdot 10^{-5}$	$1,6 \cdot 10^{-5}$	$4,1 \cdot 10^{-6}$	$1,9 \cdot 10^{-6}$	$1,7 \cdot 10^{-6}$
	θ	0,439	0,425	0,410	0,379	0,347	0,313	0,302	0,270	0,240	0,213	0,182	0,162	0,152	0,150
Mijlocie-fină	k	2,27	0,51	0,33	0,14	$5,7 \cdot 10^{-2}$	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$5,9 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$1,4 \cdot 10^{-5}$	$2,8 \cdot 10^{-6}$	$1,1 \cdot 10^{-6}$	$9,3 \cdot 10^{-7}$
	θ	0,430	0,426	0,421	0,406	0,383	0,349	0,336	0,293	0,252	0,215	0,173	0,147	0,134	0,132
Fină	k	24,80	0,38	0,16	0,04	$1,3 \cdot 10^{-2}$	$3,5 \cdot 10^{-3}$	$2,3 \cdot 10^{-3}$	$5,9 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$3,8 \cdot 10^{-5}$	$6,1 \cdot 10^{-6}$	$1,5 \cdot 10^{-6}$	$7,0 \cdot 10^{-7}$	$6,1 \cdot 10^{-7}$
	θ	0,52	0,507	0,495	0,472	0,448	0,423	0,414	0,388	0,364	0,340	0,311	0,291	0,280	0,278
Foarte fină	k	15,00	0,30	0,13	0,03	$8,0 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$2,1 \cdot 10^{-4}$	$3,9 \cdot 10^{-5}$	$7,3 \cdot 10^{-6}$	$7,6 \cdot 10^{-7}$	$1,4 \cdot 10^{-7}$	$5,3 \cdot 10^{-8}$	$4,5 \cdot 10^{-8}$
	θ	0,614	0,602	0,592	0,567	0,541	0,511	0,501	0,470	0,439	0,410	0,374	0,349	0,336	0,334
<i>Subsol</i>															
Grosieră	k	70,00	10,50	3,24	0,30	$3,1 \cdot 10^{-2}$	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$9,6 \cdot 10^{-5}$	$7,6 \cdot 10^{-6}$	$6,0 \cdot 10^{-7}$	$2,0 \cdot 10^{-8}$	$1,6 \cdot 10^{-9}$	$3,7 \cdot 10^{-10}$	$2,9 \cdot 10^{-10}$
	θ	0,366	0,338	0,304	0,233	0,179	0,135	0,123	0,094	0,073	0,059	0,046	0,039	0,037	0,036
Mijlocie	k	10,80	0,58	0,28	0,07	$2,2 \cdot 10^{-2}$	$5,6 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-3}$	$8,0 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$3,9 \cdot 10^{-5}$	$5,2 \cdot 10^{-6}$	$1,1 \cdot 10^{-6}$	$4,7 \cdot 10^{-7}$	$4,1 \cdot 10^{-7}$
	θ	0,392	0,382	0,372	0,349	0,324	0,296	0,286	0,258	0,231	0,207	0,179	0,160	0,151	0,149
Mijlocie-fină	k	4,00	0,72	0,45	0,19	$7,1 \cdot 10^{-2}$	$2,1 \cdot 10^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-2}$	$2,8 \cdot 10^{-3}$	$5,5 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$9,9 \cdot 10^{-6}$	$1,7 \cdot 10^{-6}$	$6,4 \cdot 10^{-7}$	$5,3 \cdot 10^{-7}$
	θ	0,412	0,409	0,405	0,392	0,373	0,344	0,333	0,297	0,261	0,227	0,189	0,164	0,151	0,149
Fină	k	8,47	0,18	0,09	0,03	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$3,6 \cdot 10^{-3}$	$2,4 \cdot 10^{-3}$	$7,1 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-4}$	$5,8 \cdot 10^{-5}$	$1,1 \cdot 10^{-5}$	$3,0 \cdot 10^{-6}$	$1,4 \cdot 10^{-6}$	$1,3 \cdot 10^{-6}$
	θ	0,481	0,475	0,470	0,456	0,441	0,422	0,415	0,394	0,373	0,353	0,327	0,309	0,299	0,297
Foarte fină	k	8,16	0,14	0,07	0,02	$7,6 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-4}$	$8,5 \cdot 10^{-5}$	$2,0 \cdot 10^{-5}$	$2,8 \cdot 10^{-6}$	$6,4 \cdot 10^{-7}$	$2,8 \cdot 10^{-7}$	$2,4 \cdot 10^{-7}$
	θ	0,538	0,533	0,529	0,517	0,503	0,486	0,479	0,459	0,438	0,418	0,392	0,373	0,363	0,361
organic	k	8,00	0,97	0,55	0,18	$5,9 \cdot 10^{-2}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$9,2 \cdot 10^{-3}$	$1,9 \cdot 10^{-3}$	$3,7 \cdot 10^{-4}$	$6,8 \cdot 10^{-5}$	$6,9 \cdot 10^{-6}$	$1,3 \cdot 10^{-6}$	$4,7 \cdot 10^{-7}$	$4,0 \cdot 10^{-7}$
	θ	0,766	0,756	0,743	0,708	0,663	0,604	0,583	0,517	0,455	0,398	0,332	0,290	0,269	0,265

Capacitatea pentru aer este strâns corelată cu materia organică, iar în unele situații cu conținutul de argilă al solului.

Sunt prezentați în continuare pașii parcurși în cadrul metodologiei de estimare a capacității pentru aer directe, bazată pe măsurători.

Pasul 1: Se recoltează probe în structură nederanjată pentru determinarea densității aparente în acord cu ISO 11272:1998;

Pasul 2: Se determină densitatea aparentă în acord cu ISO 11272:1998;

Pasul 3: Se recoltează probe de sol pentru determinarea densității în acord cu ISO 11272:1998;

Pasul 4: Se determină densitatea particulelor de sol în acord cu ISO 11272:1998;

Pasul 5: Se calculează porozitatea totală (% v/v) utilizând ecuația 3;

Pasul 6: Se determină conținutul de apă corespunzător unui potențial matriceal de 5 kPa;

Pasul 7: Se calculează capacitatea pentru aer a solului utilizând ecuația 2.

Cealaltă metodologie de estimare a capacității pentru aer indirect prin funcții de pedotransfer parcurge următorii pași:

Pasul 1: Se determină distribuția după mărime a particulelor în acord cu ISO 11277:1998;

Pasul 2: Se estimează conținutul de apă corespunzător unui potențial matriceal de 5 kPa prin funcții de pedotransfer utilizând metodologia lui Wösten și al., 1998;

- i) Se identifică clasa texturală (a distribuției după mărime a particulelor) în care se încadrează proba de sol analizată, utilizând clasificarea FAO;
- ii) Se determină conținutul de apă corespunzător potențialului matriceal de 5 kPa sau suucțiune de 1,7 din tabelul 5 (după Wösten și al., 1998);

Pasul 3: Se calculează capacitatea pentru aer utilizând ecuația 2.

1.4.3. CP06 Vulnerabilitate la compactare (estimată)

Pentru estimarea vulnerabilității la compactare este utilizată o metodologie care cuprinde două etape distincte. În prima etapă (A) este estimată susceptibilitatea inherentă la compactare, iar în cea de-a doua (B), susceptibilitatea inherentă este corelată cu indicele de ariditate climatică/umezire a subsolului sau mai bine zis cu umiditatea momentană, stabilindu-se astfel clasa de vulnerabilitate a solului analizat.

În tabelul 6 sunt prezentați parametrii utilizați pentru estimarea directă, empirică, bazată pe măsurători și indirectă prin funcții de pedotransfer a vulnerabilității solurilor la apariția procesului de degradare prin compactare.

A Estimare a susceptibilității inerente

Tabel 6. Parametri de estimare a susceptibilității (parametri utilizați pentru estimarea prin funcții de pedotransfer sunt în albastru); A – directă; M - modelare

Parametri	Unități	Tip de metodologie
Textura subsolului	Clasificare FAO	A
	Teste în câmp	
Densitatea aparentă	$t \cdot m^{-3}$	A
Date pedologice	variate	M

Pașii parcurși pentru estimarea directă, prin măsurători a susceptibilității la compactare a solului sunt următorii :

Pasul 1: Stabilirea codurilor de clasă texturală

- Se efectuează analizele pentru determinarea distribuției după mărime a particulelor în acord cu ISO 11277:1998);
- Se stabilește un cod textural pentru fiecare probă de sol utilizând sistemul de conversie din tabelul 7;

Pasul 2: Se determină clasele de interpretare a valorilor densității de împachetare:

- Se determină densitatea aparentă pe probele de sol recoltate din subsol în acord cu ISO 11272:1998;
- Se calculează densitatea de împachetare utilizând ecuația 1;
- Se estimează clasele de încadrare a densității de împachetare pentru fiecare probă de sol utilizând sistemul de conversie din tabelul 8 ;
 - În mod alternativ se se poate determina densitatea utilizând date pedologice, prin funcții de pedotransfer (Van Ranst și al., 1995).

Etapa 3: Se determină clasele de susceptibilitate:

- se estimează clasa de susceptibilitate corespunzătoare fiecărei probe de sol analizate utilizând sistemul de conversie din tabelul 9.

Tabel 7 Sistem de codare a claselor texturale

Coduri pentru clasele texturale stabilite în sistemul FAO		
Cod	Clasă	Fracțiuni granulometrice
1	Grosieră	Mai puțin de 18 % argilă și mai mult de 65 % nisip
2	Mijlocie	Mai puțin de 35 % argilă și mai mult de 15 % nisip; mai mult de 18 % argilă dacă conținutul de nisip depășește 65 %
3	Mijlocie fină	Mai puțin de 35 % argilă și mai puțin de 15 % nisip
4	Fină	Conținut de argilă între 35 – 60 %
5	Foarte fină	Mai mult de 60 % argilă
9	Organică	
0	Fără textură	

Tabel 8 Clase ale densității de împachetare

<i>Clase</i>	<i>Densitatea de împachetare ($t \cdot m^{-3}$)</i>
Redusă	< 1,40
Medie	1,40 – 1,75
mare	> 1,75

Tabel 9 Clase de susceptibilitate inerentă

<i>Cod textural</i>	<i>Clasă texturală</i>	<i>Densitate de împachetare ($t \cdot m^{-3}$)</i>		
		<i>Redusă (< 1,40)</i>	<i>Medie (1,40 – 1,75)</i>	<i>Mare (> 1,75)</i>
1	Grosieră	FR	R	M ^a
2	Mijlocie	R	M	M
3	Mijlocie fină	M(R)	M	L ^b
4	Fină	M ^c	L ^d	L
5	Foarte fină	M	L	L
9	Organică	FR	R	

Susceptibilitatea inerentă la apariția compactării în funcție de textură și densitatea de împachetare are următoarele clase : L – mică; M – moderată; R – mare; FR – foarte mare

^a Excepție fac materialele grosiere (nisipoase) compactate natural;

^b Aceste soluri sunt compactate natural;

^c În această categorie se încadrează solurile aluviale tinere cu densități aparente de $0,8 - 1,0 t \cdot m^{-3}$ sau orizonturile de suprafață cu conținut de carbon organic > 5%.

^d În această categorie fluvisolurile au o susceptibilitate moderată la compactare.

B Determinare a clasei de vulnerabilitate

Metodologia utilizată pentru determinarea clasei de vulnerabilitate la compactare a solurilor agricole este de tip determinist, bazată pe estimări indirecte prin modelare (funcții de pedotransfer). În tabelul 10 sunt prezentați parametri necesari pentru estimarea indirectă a clasei de vulnerabilitate la compactare a solurilor.

Tabel 10. Parametri de estimare a clasei de vulnerabilitate

<i>Parametri</i>	<i>Unități</i>	<i>Tip de metodologie</i>
Precipitații	mm	Modelare

Pașii parcurși pentru estimarea indirectă a clasei de vulnerabilitate la compactare a solurilor sunt următorii :

Tabel 11 Clase de vulnerabilitate la compactare (în acord cu susceptibilitatea solului la compactare și condițiile climatice^a)

Clase de susceptibilitate inerentă	Zonă climatică	Foarte umedă	Umedă		Sub-umedă	Uscat
	Umiditate sol	De obicei reavăn, totdeauna umed	A Adesea reavăn, de obicei umed, rareori uscat	B De obicei umed, sezonally uscat	sezonally umed și uscat	mai mult uscat
	Def ^b (mm)	≤ 50	51 - 125	126 - 200	201 - 300	> 300
	CC ^c (zile)	> 250	150 - 250	100 - 149	< 100	≤ 40
FR		E ^d (E) ^e	E (E)	V (E)	V (V)	M
R		V (E)	V (E)	M (V)	M (M)	N
M		V (E)	M (V)	N (M)	N (N)	N
L		M (V)	N (M)	N (N)	N (N)	N

^a Clasele de compactare de vulnerabilitate la compactare stabilite în corelație cu climatul sunt:

N–nevulnerabil; M–moderat vulnerabil; V–foarte vulnerabil; E–extrem de vulnerabil;

starea de umiditate din sol este definită după Hodgson, 1997, astfel: reavăn < 1kPa; umed 1–1500kPa; uscat > 1500kPa

^b Deficitul de apă din sol (Jones și Thomasson, 1985);

^c Durata de timp în care umiditatea din sol se menține la capacitatea de câmp (Jones și Thomasson, 1985);

^d Clasele din afara parantezelor se referă la solurile cu orizont de suprafață stabil, compact;

^e Clasele din paranteză se referă la solurile cu orizont de suprafață instabil.

Pasul 1: se estimează diferența între precipitațiile căzute în perioada de creștere a plantei cultivate și evapotranspirație (deficitul de apă).

- ii) se culeg datele de precipitații pentru fiecare areal analizat;
- iii) se calculează evapotranspirația potențială pentru fiecare areal utilizând ecuația 4;
- iv) se calculează deficitul de apă maxim corespunzător fiecărui areal analizat utilizând ecuația 5;

Pasul 2: se determină clasa de vulnerabilitate.

- i) se atribuie o clasă de vulnerabilitate fiecărui areal introducând clasele de susceptibilitate inerentă (partea A) și deficitul maxim de apă în sistemul de conversie din tabelul 11.

$$PD = Db + 0,009 C \quad (\text{ecuația 1}) \quad \text{unde:}$$

Db = densitatea aparentă în t·m⁻³;

C = conținutul de argilă (% g/g).

$$\text{Evapotranspirația potențială (ETP)} = \quad \text{ecuația Thornwaite} \quad (\text{ecuația 4})$$

$$\text{Deficitul maxim de apă} = P - \text{ETP} \quad (\text{ecuația 5})$$

unde: P – precipitațiile în mm;
ETP – evapotranspirația potențială în mm.

2. Activitatea 1.3 Elaborare 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. Aplicarea nerațională, timp îndelungat, a unor tehnologii agricole intensive a avut ca efect înrăutățirea calității solului, mărin d riscul apariției unor procese de degradare agrofizică, cum este compactarea care afectează suprafețe agricole importante. Metodologia elaborată în cadrul proiectului nu este încă definitivată, urmând a fi armonizată cu cele existente la nivel european.

Chestionarele care vor fi prezentate ne-au furnizat informații privind situația existentă în alte țări europene, în ceea ce privește metodologiile de estimare a riscului la degradare prin compactare a solurilor agricole. Chestionarele au fost elaborate în două moduri: primul este conceput astfel încât să ne furnizeze informații privind datele științifice, care stau la baza metodologiilor de estimare a vulnerabilității la compactare; al doilea tip de chestionar a fost astfel conceput încât să ne furnizeze informații privind modul de abordare în funcție de legislația de sol existentă la nivelul fiecărei țări. Chestionarele au fost trimise 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 compactare

Chestionarul cuprinde 9 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 compactare?*

☐ Da, vă rog specificați:

Evaluare recunoscută oficial, *mergeți la întrebarea 1.3*

☐ Evaluare în derulare oficial, *mergeți la întrebarea 1.4*

☐ Evaluare realizată la nivel de institut, *mergeți la întrebarea 1.3*

☐ Nu, *mergeți la întrebarea 1.4*

☐ Nu știu

1.2 *Dacă sunteți implicat în elaborarea unei metodologii de estimare a riscului la degradare agrofizică prin compactare, menționați persoana/organizația de contact pentru obținerea unor informații detaliate. Mulțumim pentru cooperare.*

Numele institutului:

Numele persoanei de contact:

Adresa de email a persoanei de contact:

1.3 *Care este perioada în care metodologia de evaluare a riscului la degradare prin compactare a fost utilizată?*

☐ Ani de evaluare:ani

1.4 *Vă rog menționați (și dacă este posibil, atașați) cele mai importante referințe cu privire la metodologia de evaluare a riscului de degradare prin compactare.*

Dacă nu aveți până în prezent implementată o metodologie de estimare a riscului la degradare prin compactare, vă rugăm completați chestionarul considerând metodologia pe care ați dori să o implementați.

.....

.....

1.5 Vă rugăm să menționați (și dacă este posibil, atașați) cele mai importante weblink-uri privind riscul la degradare prin compactare.

.....

1.6 Uniunea Europeană a identificat o multitudine de factori ('criterii comune') care pot fi utilizate în metodologiile de evaluare a riscului la degradare prin compactare. Vă rugăm, indicați (marcând cu un 'x' în tabel) care informație este utilizată în metodologia utilizată pentru estimarea riscului de apariție a degradării prin compactare.

Criterii comune pentru compactare			Însemnare	Comentarii
Unitatea tipologică de sol (tipul de sol) (Sistemul de clasificare) (National/FAO/WRB)				
Folosința terenului (incluzând managementul terenului, sistemele agricole și forestiere)	Sistemele de cultură			
	Densitatea de împachetare			
	Lucrarea agricolă	convențională		
		nelucrat		
		minimă		
		altele: (vă rog, specificați)		
Altele:				
Echipamentul utilizat	greutatea	Fără încărcare		
		Cu încărcare		
	Sarcina pe osie			
	Încărcătura pe roți			
	Presiunea de inflație			
	Tipul de pneu			
	Altele			
	Acoperirea terenului			
Topografie	Model de elevare digital			
	Altele:			
Funcții de pedotransfer				
În combinație cu un model	Folosința terenului: (de ex. LUCas);			
	Acoperirea terenului: (de ex. Corine);			

sau bază de date (specificați sursa de date)	Bază de date de sol spațială : (de ex. EUSIS).		
	Model de simulare:		
	Legături cu baze de date GIS:		
	Altele :		
Caracteristici de sol	Textura orizontului de suprafață și a subsolului (la nivel de unitate tipologică de sol)		
	Clasa (sistem de clasificare)		
	Distribuția după mărime a particulelor (argilă/nisip/praf) (<i>specificați clasele utilizate</i>):		
	Materia organică din sol (la nivel de unitate tipologică de sol)		
	Altele:		
Criterii comune pentru compactare		Însemnare	Comentarii
Caracteristici de sol	Densitatea aparentă a orizontului de suprafață și a subsolului (la nivel de unitate tipologică de sol)		
	Densitatea aparentă în stare uscată		
	Densitatea aparentă în stare umedă (la capacitatea de câmp)		
	Densitatea de împachetare		
	Altele:		
	Indicatori de caracterizare a conținutului de apă din sol		
	Capacitatea de câmp		
	Coeficientul de ofilire		
	Conținutul de apă din sol corespunzător la saturație		
	Limitele de lucrabilitate		
	Conductivitatea hidraulică saturată		
	Clasele de drenaj		
	Altele		
	Indicatori de caracterizare a condițiilor de aerație din sol		
	Capacitatea pentru aer		
	Conductivitatea la aer		

	Rata de difuzie a oxigenului			
	Altele:			
	Indicatori de caracterizare a proprietăților mecanice ale solului			
	Rezistența la penetrare			
	Sarcina de precompresie			
	Altele			
	Mineralogia argilei			
Climă	Precipitații	anuale		
		sezoniere		
		lunare		
		10 zile		
		zilnice		
	Acoperire cu zăpadă	prima zi:		
		ultima zi:		
	Temperatură	anuală		
		sezonieră		
		lunară		
		10 zile		
		zilnică		
Criterii comune pentru compactare			Însemnare	Comentarii
Climă	Radiație	anuală		
		sezonieră		
		lunară		
		10 zile		
		zilnică		
	Evapotranspirație potențială	anuală		
		sezonieră		
În combinație cu un model sau bază de date (specificați sursa de date)	Utilizarea terenului: (de ex. LUCas);			
	Acoperirea terenului: (de ex. Corine);			
	Bază de date de sol spațială: (de ex. EUSIS).			
	Model de simulare:			
	Legături la baze de date GIS:			
	Altele :			

1.7 Multe metodologii de estimare a riscului la degradare prin compactare utilizează așa-numitele valori limită pentru cuantificarea riscului. Dacă metodologia utilizează astfel de valori limită menționați-le în tabelul de mai jos.

Valori limită utilizate pentru estimarea riscului la compactare		Limite	Comentarii
Indicatori de caracterizare ai apei în sol	O Conținutul de apă		
	O Conductivitatea hidraulică saturată		
	O Altele:		
Indicatori de caracterizare a condițiilor de aerație din sol	O Capacitatea pentru aer		
	O Conductivitatea la aer		
	O Rata de difuzie a oxigenului		
	O Altele:		
Indicatori de caracterizare a proprietăților mecanice ale solului	O Rezistența la penetrare		
	O Sarcina de precompresie		
	O Altele:		
Indicatori de caracterizare a stării de așezare a solului	O Densitatea aparentă în stare uscată		
	O Densitatea aparentă în stare umedă (la capacitatea de câmp)		
	O Densitatea de împachetare		
	O Altele:		
Altele:			

1.8 Alte metodologii de estimare a riscului la degradare prin compactare, specificați-le:

.....

.....

1.9 Vă rugăm marcați metodologia utilizată în tabelul de mai jos (marcați cu “x” în căsuța corespunzătoare). Dacă nu aveți informații privind una din întrebările prezentate, mențineți căsuța liberă.

Criterii	Posibilități	Însemnare	Comentarii
Este metodologia de estimare a riscului de degradare prin compactare adaptată la legislația europeană?	Nu		
	Da, indirect		
	Da, direct		
	Nu știu		
Poate metodologia de evaluare a riscului de degradare prin compactare asigura informații utile pentru planurile de acțiune?	Nu, deloc		
	Puțin utile		
	Foarte utile		
	Nu știu		
Cum puteți descrie sensibilitatea metodologiei de estimare a riscului de degradare prin compactare?	Nesensibilă: răspuns întârziat		
	Răspuns intermediar		
	Răspuns imediat, raoid		
	Nu știu		
Ce tip de metodologie este cea aplicată? (mai multe răspunsuri dacă este posibil)	Calitativă:		
	de tip expert		
	Medie ponderată		
	Cantitativă		
	Model empiric		
	Model bazat pe proces		
	Analize expert		
	Documente istorice		
	Altele: (vă rugăm, specificați)		
Este metodologia de evaluare a riscului de degradare prin compactare bazată pe măsurători indirecte (de ex. chestionare către fermieri) sau directe ale unei anumite stări/tendințe?	Indirectă		
	Modelată		
	Directă		
	Nu știu		
Este metodologia de estimare a riscului la degradare prin compactare bazată pe date statistice de calitate redusă/medie/ridică?	redușă		
	medie		
	ridică		
Este metoda de estimare a riscului la degradare prin compactare utilizată în scopuri de monitorizare?	Da		
	Nu		
	Nu știu		
Există o acoperire geografică bună?	numai în studiile caz		
	la nivel național		

	la nivel național și regional		
	nu știu		
Ce fel de tehnici sunt folosite în metodologie?	observații în teren		
	analize senzoriale		
	sisteme geografice de informație		
	analize de laborator		
	altele:		
Criterii	Posibilități	Însemnare	Comentarii
Care este disponibilitatea seriilor de timp pentru implementarea metodologiei de estimare a riscului la compactare?	Niciuna		
	Sursă de date ocazională		
	Sursă de date regulată		
	Nu știu		
La ce interval de timp sunt colectate datele?	Anual		
	O dată la 1- 5 ani		
	O dată la 5-10 ani		
	altele (vă rog, specificați)		
	Nu știu		
Sunt datele de ieșire ale sistemului clare și ușor de înțeles?	Nu, deloc		
	Puțin clare		
	Foarte clare		
Baza de date este accesibilă:	publicului în general		
	Organelor de administrație		
	Scopurilor științifice		
	Altele:		
Datele de ieșire ale sistemului constau în: (sunt posibile mai multe răspunsuri)	Hartă geomorfologică		
	Hartă cu zone periculoase		
	Hartă geotehnică		
	Hartă cu zone de vulnerabilitate		
	Elemente la risc		
	Hartă cu zone de risc		
	Hartă cu zone susceptibile la alte procese		
Care este scala documentelor cartografice de prezentare a datelor de ieșire (sunt posibile mai multe răspunsuri)?	1:5000		
	1:10000		
	1:20000		
	1:25000		
	Altele: (vă rog, specificați)		

Este metodologia bazată pe seturi de date statistice existente? Datele necesare pentru compilare sunt ușor accesibile?	Nu		
	Da		
	No		
	Da, dar necesită o procesare îndelungată		
Este necesară stabilirea unei rețele (noi) de monitoring?	Da		
	Nu		
	Da, dar sunt necesare măsurători suplimentare la rețeaua de monitoring existentă		
	Da		
	Nu știu		

Căsuță text pentru comentarii

2.2. Chestionare privind legile de sol stabilite pentru estimarea vulnerabilității la compactare

Chestionarul cuprinde 28 de întrebări împărțite pe 5 secțiuni: una generală care poate fi utilizată la toate tipurile de degradare și alte patru corespunzătoare fiecărui tip de degradare agrofizică studiată în cadrul proiectului. Va fi prezentată secțiunea generală și cea care analizează riscul la degradare prin compactare; celelalte patru vor fi prezentate în etapele ulterioare al proiectului.

Dacă nu aveți, până în prezent, implementată o metodologie de estimare a riscului la degradare prin compactare, completați chestionarul considerând metoda pe care preferați să o implementați.

Contact

Nume:

E-mail:

Număr de telefon:

Institut / companie / Organism guvernamental:

Adresă:

Țară:

1. Informații generale

În această secțiune sunt adresate câteva întrebări generale despre legislația cu privire la sol și unele întrebări aplicabile celor 4 procese de degradare studiate în cadrul proiectului.

1.1 Știți că Strategia Tematică de Sol trebuie implementată rapid în următorii ani?

O Da

O Nu

1.2 Care este responsabilitatea d-voastră oficială?

O Sunt responsabil pentru implementarea metodologiilor de estimare a riscului la toate procesele de degradare agrofizică

O Sunt responsabil pentru implementarea metodologiilor de estimare la riscului la unul sau câteva procese de degradare agrofizică, și anume:

O degradarea cantitativă a materiei organice

O eroziunea solului

O compactare

O salinizarea solului

O Sunt consilier la un corp guvernamental. Vă rugăm specificați poziția d-voastră :

O Alta, vă rugăm specificați:

1.3 Care din următoarele procese poate fi identificat în țara d-voastră?

O degradarea cantitativă a materiei organice

O eroziunea solului

O compactarea solului

O salinizarea solului

1.4 Vă rugăm, răspundeți la întrebările din tabel, marcând cu un 'x' în celula corespunzătoare.

		Eroziune	Compactare	Salinizare	Degradarea cantitativă a materiei organice	Comentarii
Care este starea prezentă a metodologiei de estimare a riscului la degradare?	Este în practică					
	Este în curs de dezvoltare					
	Nu știu					
Este metodologia de estimare a riscului mono-risc sau multi-risc (de ex. Evaluarea combinată a eroziunii și compactării)	monorisc					
	multirisc (indicați care tipuri de degradare sunt estimate combinat)					
	Nu știu					
Care este starea legală a metodologiei de estimare a riscului?	Oficial, evaluare recunoscută					
	Oficial evaluare în curs de dezvoltare					
	Metodologie de evaluare utilizată de o instituție					
	Nu știu					

De cât timp metodologia este în practică?	< 2 ani					
	2 – 5 ani					
	5 – 10 ani					
	> 10 ani					
	Nu știu					
Care este scara geografică a metodologiei de estimare a riscului?	Locală					
	Regională					
	Municipală					
	Națională					
	Nu știu					

		Eroziune	Compactare	Salinizare	Degradarea cantitativă a materiei organice	Comentarii
Metodologia de estimare a riscului existentă este în acord cu legislația la nivel regional, național și UE?	Regională					
	Națională					
	UE					
	Globală					
	Nu știu					
Din ce motiv a fost dezvoltată metodologia de estimare a riscului la diferite procese?	Știință					
	Legislație					
	Nu știu					
Este metodologia de estimare a riscului în legătură cu obiectivele politicilor comunitare și legislația în vigoare?	Nu					
	Da, indirect					
	Da, direct					
	Nu știu					
Este metodologia de estimare a riscului sensibilă la modificările	Înceată, răspuns întârziat					
	Răspuns intermediar					

fenomenului/procesului?	Rapidă, răspuns imediat					
	Nu știu					
Este metodologia de estimare a riscului utilizată pentru scopuri de monitorizare?	Da					
	Nu					
	Nu știu					
Este metodologia de estimare a riscului bazată pe tendințe/stări de modelare, cantitative (rețea de monitoring) și/sau calitative (de ex. chestionare către fermieri)?	Calitativă de tip expert					
	Calitativă, medie ponderată					
	Calitativă, alt tip					
	Cantitativă, rețea de monitoring					
	Cantitativă, alt tip					
	Modelată, empiric					
	Modelată, bazată pe proces					
	Combinații (indicați)					
	Nu știu					
Ce tipuri de informație sunt utilizate?	Observații de câmp					
	Remote sensing					
	GIS					
	Analize de laborator					
	Altele					
	Nu știu					
		Eroziune	Compactare	Salinizare	Degradarea cantitativă a materiei organice	Comentarii
Este metodologia de estimare a riscului la degradare bazată pe date sau statistici de calitate scăzută/medie/ridică?	Scăzută					
	Medie					
	Ridică					
	Nu știu					

Există serii de timp disponibile?	Nu					
	Da, ocazional sursă de date					
	Da, sursă de date regulate					
	Nu știu					
Dacă, da, la ce interval de timp sunt satele colectate?	Anual					
	Odată, la 1–5 ani					
	Odată, la 5-10 ani					
	Altul (specificați)					
	Nu știu					
Sunt rezultatele clare și ușor de înțeles?	Deloc					
	Puțin clare					
	Foarte clare					
	Nu știu					
Este metodologia de estimare a riscului bazată pe statistici și seturi de date existente?	Statistici					
	Set de date					
	Altele (specificați)					
	Nu știu					
Sunt statisticile sau datele necesare pentru compilare ușor accesibile?	Nu					
	Da, dar necesită o lungă procesare					
	Da					
	Nu știu					
Este necesară stabilirea unei rețele (noi) de monitoring?	Nu					
	Da, dar măsurători suplimentare la o rețea de monitoring existentă					
	Da					
	Nu știu					
În cazul în care există o bază de date, cine o poate accesa?	Comunitatea publică					
	Birourile de administrație					
	Comunitatea științifică					
	Alții (specificați)					
	Nu știu					

1.5 Puteți ordona următoarele argumente de la 1 la 8 (1 fiind cel mai important și 8 cel mai puțin important) metodologia de estimare a riscului pentru fiecare tip de degradare?

	Eroziune	Compactare	Salinizare	Degradarea cantitativă a materiei organice	Comentarii
Costuri					
Necesarul de cunoștințe					
Eficiența					
Disponibilitatea datelor					
Dificultate în aplicarea metodologiei					
Accepțiunea publică					
Ambiguitatea					
Transparența					

1.6. Au fost identificați mai mulți factori (“criterii comune”) care pot fi utilizați pentru estimarea riscului la diferite procese de degradare. Indicați (marcând cu un «x») în tabelul următor care tip de informație este utilizată pentru estimarea riscului apariției celor 4 procese de degradare agrofizică.

		Eroziune	Compactare	Salinizare	Degradarea cantitativă a materiei organice	Comentarii
Climă și folosința terenului	Climă					
	Zonă agro-ecologică					
	Acoperirea terenului (de ex. pădure, naturală, agricultură)					
	Folosința terenului (de ex. managementul terenului, sisteme agricole)					
	Topografie (de ex. altitudine, panta, lungimea pantei)					
Hidrologie	Condiții hidrologice					
	Proprietăți hidraulice ale solului					
	Suprafețe irigate, proprietăți chimice ale apei de irigație, metoda de irigație					
	Informații privind apa freatică					
Informații variate	Apariția/gradul de acoperire a degradărilor existente					
	Materialul parental					
	Riscul seismic					
Date de sol	Unitatea tipologică de sol (tipul de sol)					
	Textura solului					
	Conținutul de argilă					
	Densitatea solului, proprietăți hidraulice					
	Conținutul de carbon organic (concentrație de humus și totală)					
	Materia organică din sol					
	Textura orizontului de suprafață și a subsolului					
	Densitatea aparentă a orizontului de suprafață și a subsolului					

3. Compactare

3.1 Cum ați descrie metodologia de estimare a riscului la compactare pe care o utilizați?

.....
.....

3.2 Prezentați persoana/organizația care poate furniza informații detaliate privind metodologia de estimare a riscului la compactare care a fost implementată:

Nume institut

E-mail persoană de contact:

3.3 Menționați dacă este posibil, cele mai importante referințe cu privire la metodologia de estimare a riscului la compactare

.....
.....

2.3. Evaluare a chestionarelor

Chestionarele au fost trimise în diferite țări europene, la persoane/organisme reprezentative în problematica abordată. 17 chestionare completate au fost returnate. În general metodologiile de estimare a riscului la apariția compactării stabilite în Germania, Danemarca, Franța, România și Spania, precum și cea propusă a fi implementată în Finlanda sunt bazate pe o abordare de tip determinist (Horn și al., 2005, Simota și al., 2005). Cele două chestionare primite din Belgia au făcut referire la două provincii: Wallonia și Flandra; Wallonia nu are implementată o metodologie de estimare a riscului la compactare, iar Flandra este în curs de dezvoltare a unei modalități de estimare a riscului la un astfel de proces deosebit de negativ care afectează calitatea solurilor agricole. Cele patru chestionare primite din Germania au fost completate de un reprezentant al guvernului federal, de un consilier care se ocupă cu problematica compactării, iar ultimele două au fost returnate din provinciile Thuringen și North Rhine Westfalia. Fiecare provincie germană are propria legislație cu privire la modalitățile de implementare a legislației federale și Directivelor Europene.

În tabelul 12 sunt indicate informațiile utilizate în metodologiile de estimare a riscului la compactare pentru fiecare țară care a returnat chestionarele, iar în tabelul 13 sunt prezentate valorile limită ale parametrilor considerați. Analizând răspunsurile primite, precum și datele de literatură specifică problematicei abordate ne-am făcut o impresie în ceea ce privește metodologiile utilizate pentru estimarea riscului la compactare în alte țări europene. Trebuie menționat că, în general, metodologiile au fost elaborate din punct de vedere deterministic și au fost mai puțin bazate pe abordări de tip expert, pe experiență și pe măsurători directe.

3. Activitatea 1.4 Elaborarea bazei de date prietenoase

A fost elaborată o bază de date în vederea compilării informațiilor survenite din chestionare. În fază inițială s-a dorit crearea unei baze de date de tip INSPIRE. S-a dovedit însă, că o astfel de bază de date nu este ușor accesibilă și nu are capacitatea de a structura informația în funcție de scopurile propuse. S-a încercat apoi dezvoltarea unei baze de date de tip ACCESS.

Această bază de date este compusă din mai multe blocuri structurate cu informații :

- Informații privind sursa de proveniență (de ex. detalii privind persoana de contact) ;
- Informații privind experiența (de ex., alții decât cei care au completat chestionarul) ;
- Informații privind locul de unde chestionarul a fost returnat (țară, regiune, provincie) ;
- Informații despre procesele de degradare care afectează țara, regiunea, provincia) ;
- Informații despre criteriile pe care se bazează metodologia de estimare a riscului, cu referire la tipul de degradare, țară și sursa de informație ;
- Informații legate de natura chestionarului (științific sau cu privire la legislațiile de sol).
- Suplimentar există și alte blocuri destinate diferitelor comentarii.

Au apărut însă probleme, datorită faptului că, în majoritatea chestionarelor s-au făcut comentarii spontane, importante, pentru că ele însele prezintă informații utile, iar structura bazei de date nu a permis importarea « armonizată » a acestor date. În consecință, s-a renunțat la structura unei baze de date de tip ACCESS și s-a recurs la elaborarea unei baze de date de tip EXCELL.

În funcție de tipul bazei de date au fost concepute chestionarele. A fost necesară respectarea câtorva reguli :

- Întrebările să fie scurte scurte (mai puțin de 20 de cuvinte) ;
- Să se evite presupunerile în întrebările adresate ;
- Să se evite întrebările despre situații care au avut loc cu mult timp înainte ; eventual să se realizeze o gradare (etapizare) în timp ;
- Întrebările generale să precedă întrebările specifice.

Următoarea etapă de elaborare a chestionarelor a constat în realizarea unui sistem de codare. Codarea reprezintă procesul de convertire a datelor din chestionar în categorii care să înlesnească analiza bazei de date. Sistemul permite intrarea datelor din chestionar direct în baza de date. De exemplu se numerotează fiecare căsuță în care a fost bifat un răspuns, iar numărul respectiv corespunde cu variabilele din baza de date în care răspunsurile respective sunt stocate.

Tabelul 12 ne prezintă informații privind modalitățile de abordare a metodologiilor de estimare a riscului la compactare.

Tabel 12 Informații utilizate în metodologiile de estimare a riscului de apariție a compactării

CRITERII																		
Țară		România	Germania	Germania	Germania	Germania	Polonia	Polonia	Danemarca	Franța	Spania	Grecia	Italia	Finlanda	Slovacia	Ungaria	Belgia	Belgia
Nr. întrebare		3A	4A	4B	4C	4D	5A	5B	6A	9A	11A	12A	18A	20A	23A	24A	25A	25B
(□) metod.?	Da, Oficial, Dezvoltare, Institut	D, I	D, I	D, I	D, I	D, I	D, I	D, I	D, I	D, D	D, I	Nu	D, O	Nu	D, I	D, I	Nu	D, D
Tip de sol	Unități tipologice de sol	x	x	x				x	x	x	x	x			x	x	x	x
Folos. teren	Ex. LUCas	x		x					x	x		x		x	x	x	x	x
Echip. utiliz.	Masă, sarcină pe osie, presiune de inflație, tip de pneu	SO, PI	M, SO, PI, Tp	M, SO, PI, Tp			PI		M, SO, PI, Tp	M, SO, PI, Tp	SO, PI	M		M, SO, PI				
Acop. teren	Ex. Corine	x							x	x							x	x
Topografie	Model topometric digital			x							x	x						
Func. pedotr.	Funcț. pedotr. utiliz.	x	x	x	x	x		x		x	x						x	
Func. pedotr.+	Acop. Teren, Folos. Teren, Info Sol Spațial, Model, SIG	SIG, AT, ISS, model	SIG	Model, SIG	SIG	AT		Model, SIG	Model, SIG	Model SIG	Model SIG	AC, FT					SIG, ISS	
Textură		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
Mat. organică		x		x	x	x		x	x	x	x	x		x		x	x	
Densitate	DA uscată, DA la CC, densitate de impac., porozit, st. de agregare	DAuscată DA la CC	DAuscată, DÎ	DAuscată, DÎ	DAuscată, DÎ	DAuscată DA la CC, DÎ	DAuscată, Sagreg			DA	DA, DA la CC	DA, DA CC Poroz.			DA usc	DA, DA CC		
Umiditate	CC, CO, pF0, limite de lucrab., cond. hidr. sat	CC, CO, pF0, LL, ksar	CC, CO, ksar	CC, CO, ksar	CC	CC, CO, pF0, ksar	CC, CO, pF0, ksar	CC, CO, pF0, ksar, LL	CC, pF0	CC, pF0		CC, CO, pF0		ksar	CC, pFo	CC. LL, ksar		
Clas. drenaj		x								x		x					x	x
Aer	Capacitate pt. aer, conductivitate la aer, difuzie		Ca	Ca, Dif	Ca	Ca, cond. aer	Ca, cond. aer, Dif	Ca						Cond. aer, Dif.	Ca			
Mecanice	Sarc. de precomp., rezist. la forfecare, rezistență la penetrare	Sprec, RF	Sprec, RF	Sprec	Sprec, RF	Sprec	RP	RP, Sprec	RP, Sprec	Sprec	Sprec	RP				RP		
Date de climă	Precip., temp., radiație, evapotransp., anuale, sezoniere, lunare, la 10 zile, zilnice	P, T lunare		Psezoniere		P, ETP sezoniere	P anuale, Psezoniere, Tsezoniere		R, ETP zilnice	P, T zilnice ETP sez.	ETP lunare	Panual lunare, Tlunar Ranual, lunar, ETP anual, sezon.		R-10, ETPsez.		Panuale sezon., lunare, zilnice, Tanuale sezon.	Panual	
Climă +	Acop. Teren, Folos. Teren, Info Sol Spațial, Model, SIG	SIG, AT, ISS, model				AC			Model, SIG	Model	Model, SIG	AC, FT						

Tabel 13 Valori limită utilizate în metodologiile de estimare a riscului la compactare

[illegible]

4. Obiectivul 2 - Analiză comparativă a metodologiilor existente de evaluare a riscului de degradare agrofizică prin compactare

Acest studiu este bazat pe informația furnizată de chestionarele returnate de către organismele și/sau comunitățile științifice care au colaborat cu noi și ne-au prezentat datele pe care le-am solicitat, ajutându-ne la elaborarea bazei de date.

4.1. Activitatea 2.1. - Studiu comparativ al metodologiilor existente de evaluare a riscului la degradare fizică prin compactare din punct de vedere teoretic (deterministe)

După cum s-a precizat anterior, cele mai multe metodologii de estimare a riscului la degradare agrofizică prin compactare utilizate pe plan european sunt bazate pe abordări de tip determinist. Trebuie precizat însă că informațiile utilizate în metodologiile elaborate în Germania, Danemarca, Franța, România, Spania și cea propusă în Finlanda nu sunt aceleași, deși au la bază practic același mod de abordare de tip determinist (Horn și al., 2005, Simota și al., 2005). Modelul ALCOR și SIDASS (Horn și al., 2005, Simota și al., 2005) reprezintă cele mai noi versiuni ale metodologiilor de tip determinist. Dintre acestea două modelul SIDASS este considerat a fi cel mai complet, deoarece utilizează informații despre: sarcina pe osie, rezistența subsolului la exercitarea unei presiuni, condițiile climatice, drenaj, acoperirea terenului, sol și de asemenea SIG pentru elaborarea hărților care prezintă arealele cu risc de apariție a compactării. Cu cât subsolul este mai puternic, cu atât riscul de apariție a compactării de subsol este mai mic. În funcție de valorile sarcinii de precompresie a subsolului este estimat riscul apariției la degradare prin compactare. A fost utilizat acest model și în cazul României, iar harta care prezintă suprafețele cu risc la apariția compactării este prezentată în figura 4.

Următorul pas în acest procedeu de estimare este acela de a compara rezistența subsolului cu presiunile exercitate de un echipament agricol care are o anumită sarcină pe osie și presiune în pneuri. Astfel pentru o anumită presiune în pneuri, poate fi calculată sarcina maxim admisă pentru care subsolul nu se compactează. O astfel de simulare a fost realizată de Van den Akker (2004) în Olanda. Conceptul că sarcina exercitată asupra unui subsol nu trebuie să depășească rezistența opusă de acesta mai presupune neadmiterea nici unei presiuni suplimentare asupra subsolului. De asemenea, reziliența solului la compactare, adică capacitatea acestuia de a se regenera în mod natural este neglijată. Pe de altă parte un subsol care prezintă un grad ridicat de compactitate este mult mai puternic, are rezistență mult mai mare decât unul care nu este excesiv compactat și prezintă o stare structurală și proprietăți fizice satisfăcătoare. Prin urmare dacă sistemul tehnologic agricol aplicat într-un anumit areal a determinat o compactare excesivă a subsolului, se admite ca presiunile exercitate prin lucrările agricole care se efectuează să fie mari. Neglijarea rezilienței subsolului și de asemenea prezența unor astfel de situații în care este

permisă mărirea presiunii exercitate pe un sol cu un grad ridicat de compactitate a determinat un alt specialist în domeniu, Lebert (2007) să propună suplimentar un procedeu prin care să fie identificată calitatea solurilor suprasolicitate și cu un grad ridicat de compactare. Pe lângă parametrii de caracterizare a stării fizice a solului prezentați în coloana 4A din tabelul 12 este necesară estimarea vizuală a stării structurale a solului și determinarea densității de împachetare. În Franța metodologia de estimare a riscului la compactare, care se află în curs de dezvoltare, după cum s-a menționat, va prezenta o etapă suplimentară care va consta în determinarea creșterii densității aparente a solului în urma compactării, aceasta fiind apoi comparată cu valori limită (G. Richard, 2007). Valorile limită stabilite pentru densitatea aparentă sunt în curs de dezvoltare și vor fi calibrate cu ajutorul unui sistem de monitoring care este în lucru, prin care vor fi măsurate o mulțime de proprietăți fizice și de biodiversitate ale solului. Acestea vor completa bazele de date existente în acest sistem de monitoring și vor fi create corelații între densitatea aparentă și alte proprietăți fizice ale solului cum ar fi, conductivitatea hidraulică saturată sau capacitatea pentru aer.

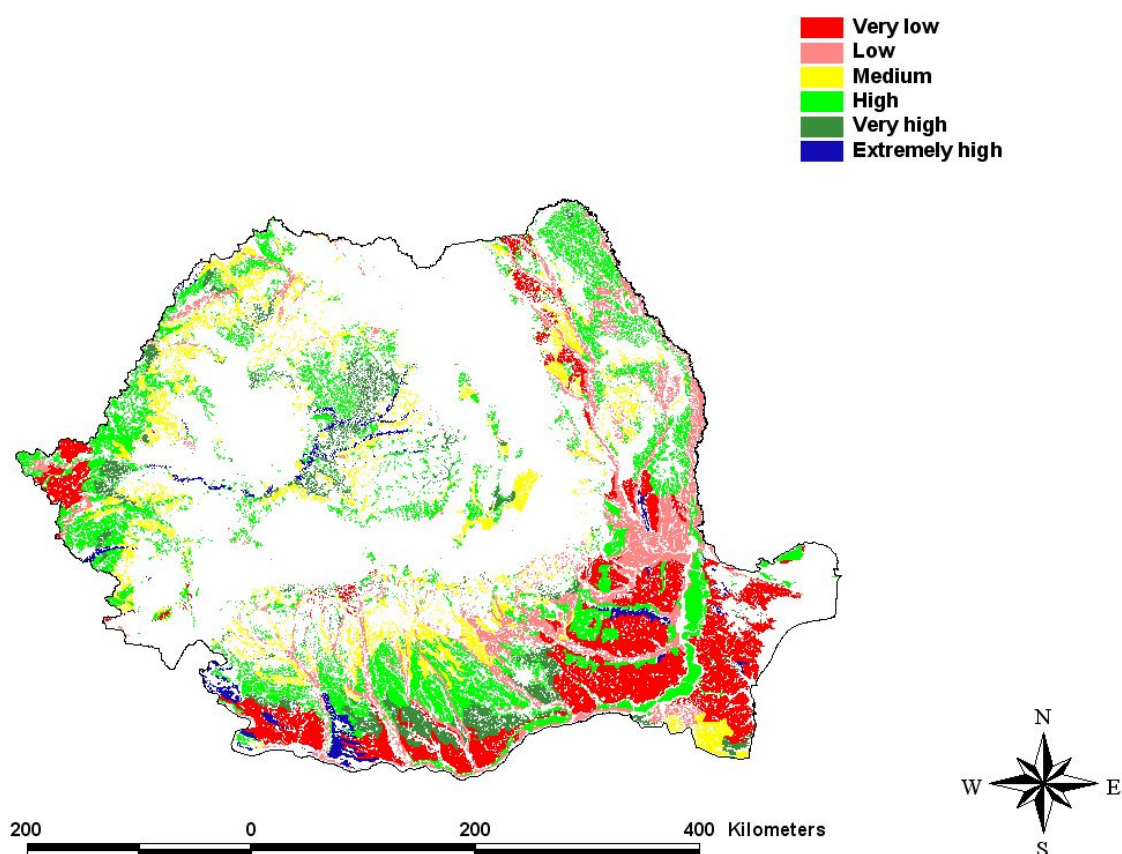


Figura 4: Suprafețe cu risc de apariție a compactării în România

Metodologiile de estimare a riscului la compactare astfel îmbunătățite pot fi considerate a fi complete, dacă sunt luate în considerare reacția solului, influența condițiilor climatice, drenajul, impactul procesului de compactare asupra celorlalte proprietăți fizice și în într-o anumită măsură reziliența solului. Un punct foarte slab al acestor metodologii existente pentru estimarea riscului la compactare însă, este că, până în prezent, nu s-a realizat o validare a acestora. Sarcinile de încărcare a solului maxim admise sunt destul de mici și în multe cazuri sunt mult mai reduse decât valorile caracteristicilor tehnice ale echipamentelor utilizate în sistemele agricole. Este adevărat că, la ora actuală multe areale prezintă un grad ridicat de compactare și soluri cu o calitate necorespunzătoare, pe de altă parte însă, în multe cazuri pericolul la care acestea sunt supuse nu pare să fie acceptat sau nu este luat în considerare. Este posibil ca rezistența subsolului să fie subestimată, deoarece în general rezistența solului este măsurată și utilizată în calcule este de natură statică, în timp ce sarcina pe osia roții este dinamică. În cele mai multe cazuri rezistența dinamică a unui material este mai mare decât cea statică. O altă problemă care se pune în cazul acestor metodologii de tip determinist o constituie lipsa de date privind rezistența solului la diferite sarcini exercitate. Până în prezent cele mai multe date privind rezistența opusă de sol la o anumită sarcină exercitată au fost furnizate de către grupul de lucru al lui Horn în Kiel, Germania, prin urmare sunt caracteristice solurilor germane.

Metodologie de estimare a riscului la compactare utilizată în Italia

Vom prezenta această metodologie deoarece este acceptată oficial în Italia; estimează riscul la compactarea fără a lua în considerare solul (reacția solului).

Riscul la compactare este estimat printr-un indicator derivat luând în considerare numărul și puterea mașinilor care efectuează lucrările agricole și recoltatul, precum și numărul de treceri ale acestora pe suprafața solurilor agricole. Acest indicator este calculat astfel:

$$Sp = kW \cdot P \cdot N \cdot 5 / S \quad \text{unde:}$$

Sp – suma maselor

kW – kilowatt

P – masa medie a mașinii agricole = 102 kg kW (presupunând o creștere lineară a masei vs. puterea : 1kW = 102 kg)

N – număr de tractoare și mașini de recoltat

5 – numărul mediu de treceri pe terenul agricol într-un an

S – hectare de teren arabil și livadă

Datele privind mașinile agricole provin din surse oficiale (baza de date ISTAS). Rezultatele sunt comparabile în timp și spațiu datorită omogenității surselor de date. Indicatorul Sp este calculat pentru fiecare regiune din Italia. Sp reprezintă peste 8 clase (de la valori în intervalul 1-5, la

valori ridicate, mai mari de 141). Avantajul acestei metodologii constă în simplitatea și disponibilitatea datelor. Un punct foarte slab al metodologiei însă, este că nu ia în considerare impactul asupra solului. De asemenea, nu este foarte clar care este valoarea limită a S_p și cum poate fi această limită determinată.

4.2. Activitatea 2.2. - Studiu comparativ al metodologiilor existente de evaluare a riscului la degradare fizică prin compactare din punct de vedere practic (bazate pe experiență)

Metodologia de estimare a riscului de apariție a compactării prezentată în coloana 5A a tabelelor 12 și 13, care este propusă în Polonia, este bazată pe determinarea gradului de compactitate a solului. Astfel densitatea aparentă actuală a unui sol este comparată cu densitatea aparentă a aceluiași sol afănat și compactat artificial la o presiune de 1 bar (100 kPa). Sunt măsurați și alți parametri de caracterizare a stării fizice a solului compactat artificial și comparându-le pe acestea cu valorile limită, se poate obține o valoare a gradului de compactitate care corespunde cu al unui sol cu o stare de calitate fizică satisfăcătoare (Lipiec și al., 1991, Lipiec și Hakansson, 2000, Hakansson și Lipiec, 2000, Lipiec și Hatano, 2003). Metodologia este utilizată pentru orizonturile de suprafață ale solului și nu este clar dacă poate fi adaptată subsolului, având în vedere, că de regulă subsolul nu este afănat. De asemenea această metodologie estimează riscul la apariția compactării la nivel de parcele și nu în areale mari.

A doua metodologie de estimare a riscului la compactare utilizată în Polonia este prezentată în coloana 5B a tabelelor 12 și 13, este instituțională și în curs de dezvoltare; informațiile privind această modalitate de estimare a riscului la compactare sunt accesibile doar la nivelul Poloniei.

Metodologia de estimare a riscului de apariție a degradării prin compactare dezvoltată în Slovacia este bazată pe date de monitoring al solului realizat în 1993. Acestea sunt datele de bază utilizate pentru estimarea suprafețelor afectate de compactare și a celor cu risc la apariția compactării. Este o metodologie de tip expert, deci necesită analizele unui specialist. Din acest motiv metodologia poate fi utilizată doar în Slovacia, deși o mulțime de aspecte, cum ar fi metodele utilizate și valorile limită pot fi adaptate la nivel european. Cu toate acestea însă, o evaluare, de exemplu, a schimbărilor climatice sau a folosinței terenului este dificil de realizat, pentru că acest tip de metodologie este bazată doar pe experiență, măsurători.

Metodologia de estimare a riscului la degradare prin compactare elaborată la nivelul Ungariei este mai bine documentată, mai amănunțită (Birkas și al., 2000, 2004). Metodologia este bazată pe evaluarea unui monitoring al solului realizat în 1976 în parcele aflate sub folosință arabilă pe toată suprafața Ungariei. Această modalitate de estimare a riscului este bazată pe o experiență îndelungată în ceea ce privește suprafețele afectate de degradare prin compactare sau vulnerabile la apariția acestui proces atât în orizontul de suprafață, cât și în adâncimea profilului de sol.

Metodologia este comparabilă cu cea elaborată în Slovacia și prezintă aceleași avantaje și dezavantaje.

Metodologia de estimare a riscului la compactare elaborată în Flandra (coloana 25B în tabelele 12 și 13) este în curs de dezvoltare; nu există o documentație clară a modului în care este realizată, putem spune doar că este bazată pe un inventar al solurilor afectate de compactare, care a fost realizat în funcție de estimările rezistenței la penetrare a unor soluri reprezentative.

Putem spune deci că cele mai multe țări aparținând Uniunii Europene utilizează sau dezvoltă metodologii de estimare a riscului la compactare bazate mai mult sau mai puțin pe un mod de abordare de tip determinist. În general metodologiile elaborate sunt complete, au în vedere nu numai procesul compactării, ci și reacția solului, influența condițiilor climatice, a drenajului, impactul asupra celor mai importante proprietăți fizice ale solului și într-o anumită măsură reziliența subsolului la compactare. Caracterul determinist al acestor metodologii le face să fie utilizate cu ușurință în aplicațiile SIG. Procesul de armonizare al acestor metodologii la nivelul țărilor europene în contextul aplicării Directivei de sol propusă de Comisia Europeană nu va fi dificil, deoarece în esență sunt aceleași. Probabil va fi dificilă armonizarea datelor, a măsurătorilor și a modului de interpretare a rezultatelor măsurătorilor. De asemenea, o problemă majoră constă în faptul că nici una din metodologii nu este validată. Un avantaj însă al acestor metodologii de tip determinist este acela că pot fi mai ușor adaptate la scară largă, comparativ cu cele bazate pe experiență.

Metodologia de estimare a riscului la compactare implementată oficial în Italia probabil nu va fi acceptată de comunitatea științifică din celelalte țări, pentru că nu ia în considerare solul.

Metodologiile de estimare a riscului bazate pe experiență și în cele mai multe cazuri pe sisteme de monitoring mai vechi sunt utile pentru determinarea vulnerabilității la compactare în țara respectivă, dar nu pot fi adaptate condițiilor specifice din alte țări.

4.3. Studiu caz

Va fi prezentat un studiu caz privind metodologia care a fost dezvoltată de institutul nostru în consorțiu cu partenerii de proiect pentru estimarea riscului de apariție a compactării la nivelul țării noastre.

4.3.1. Condiții generale

Coordonate	Nord: Long : 26°42'05'' Lat : 48°15'06'' Sud: Long : 25°23'32'' Lat : 43°37'07'' Est: Long : 29°41'24'' Lat : 45°09'36'' Vest: Long : 20°15'44'' Lat : 46°07'27''
Suprafață (km ²)	238,391 km ²
Climă	Temperat continentală de tranziție, cu influențe oceanice din vest, mediteraneene din sud-vest și excesiv continentală din nord.
Temperatura medie (FAO 2006*)	Temperatura medie multianuală variază în funcție de latitudine, 8°C în nord și 11 °C în sud, iar în funcție de altitudine valorile sunt de -2,5°C în zona montană (vârful Omu – masivul Bucegi) și 11,6°C în zona de câmpie (orașul Zâmnicea – județul Teleorman) – Fig. 5. Suma temperaturilor active peste 4°C variază de la 800° în zona montană, la mai mult de 3200° în partea sudică a Câmpiei Române – Fig. 6. Suma temperaturilor active peste 10°C variază de la mai puțin de 150°C în zona montană la mai mult de 1800°C în sudul și sud-estul României– Fig. 7.
Precipitații medii anuale (FAO 2006)	Precipitațiile anuale scad în intensitate de la vest către est, de la 600 mm la mai puțin de 500 mm în Câmpia Română de Est, sub 450 mm în Dobrogea și aproximativ 350 mm la malul mării, în zona montană

	atingând 1000-1500 mm – Fig. 8. Raportul între precipitațiile anuale cumulate și evapotranspirația potențială crește de la 0,25 la malul mării la 1 în Podișul Transilvaniei. În zona montană raportul atinge valoarea de 2,7 – Fig. 9.
Topografie	Relieful României are trei nivele principale : cel mai înalt în Carpați (vârful Moldoveanu – 2544 m), nivelul mediu corespunde Subcarpaților (sunt incluse aici dealurile și podișurile), iar cel mai scăzut include câmpiile, luncile și Delta Dunării. Principalele forme de relief sunt distribuite proporțional (31 % în zona montană, 36 % dealuri și podișuri, 33 % câmpie și lunci), cu o acoperire concentrică a celor trei nivele.
Altitudine (m)	Altitudinea în masivul Făgăraș este de 2544 m, considerând că la nivelul mării se înregistrează valoarea zero – Fig. 10. Harta cu distribuția pantelor este prezentată în Fig. 11.
Vegetație (FAO 2006)	Vegetația este determinată de relief și elementele pedo-climatice având o distribuție etajată. Regiunile montane sunt acoperite de păduri de conifere, amestecate (conifere și foioase) și foioase. Vârfurile înalte sunt acoperite de pășuni alpine și tufișuri de pini pitici, ienuperi etc. În regiunile de deal și podiș sunt răspândite pădurile de fagi și stejari. Dealurile joase și câmpiile înalte sunt acoperite, în general, de Quercus cerris și Quercus frainetto. Vegetația de stepă și silvostepă care acoperă suprafețe cu umiditate scăzută în Podișul Dobrogei, Câmpia Română, Podișul Moldovei, Câmpia Banatului și a Crișanei este reprezentată în principal de culturi agricole.
Folosința terenului (FAO 2006)	Harta folosinței terenurilor este bazată pe clasificarea FAO-LCSS – Fig. 12. Suprafața totală de teren arabil este de 9,398,500 ha, iar pășunile acoperă 4,937,600 ha. În fig. 13 și 14 sunt prezentate distribuția suprafețelor arabile, respectiv a pășunilor împreună cu principalele forme de relief.
Tipuri de sol (WRB 2006 RGs**)	Datorită diversității condițiilor pedogenetice, acoperirea cu soluri a suprafeței țării noastre este complexă și prezintă o variabilitate spațială ridicată – fig. 15.

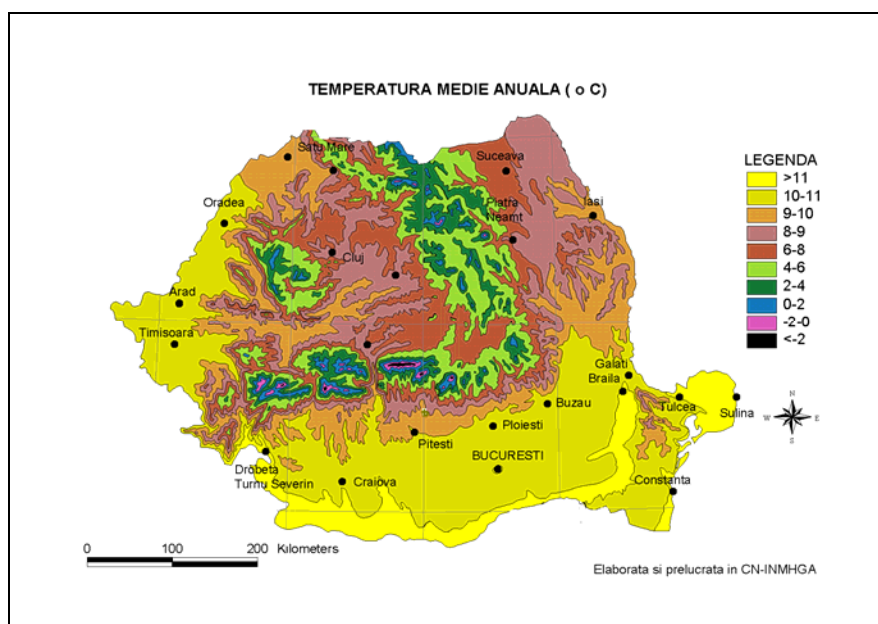


Figura 5. Temperatura medie anuală (media a 100 de ani)

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

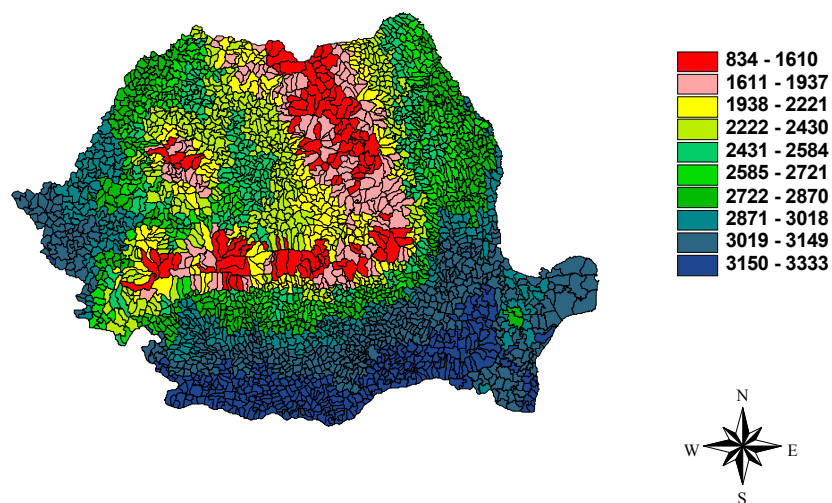


Figura 6. Suma temperaturilor active peste 10°C (calculată la nivel de NUTS 5)

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

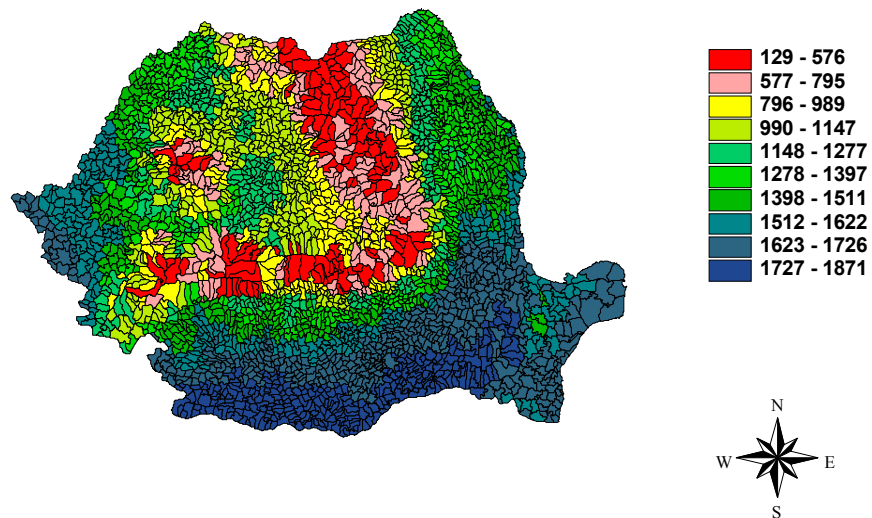


Figura 7. Suma temperaturilor active peste 10°C (calculată la nivel de NUTS 5)

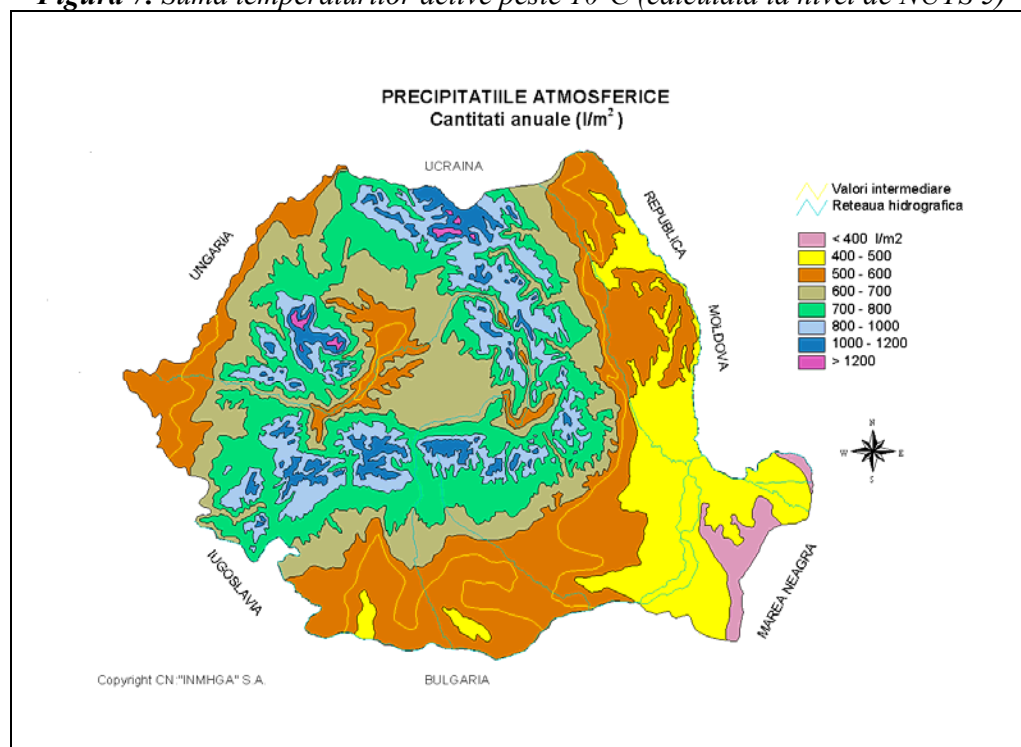


Figura 8. Precipitații medii anuale (l m⁻²) (media pe 100 de ani)

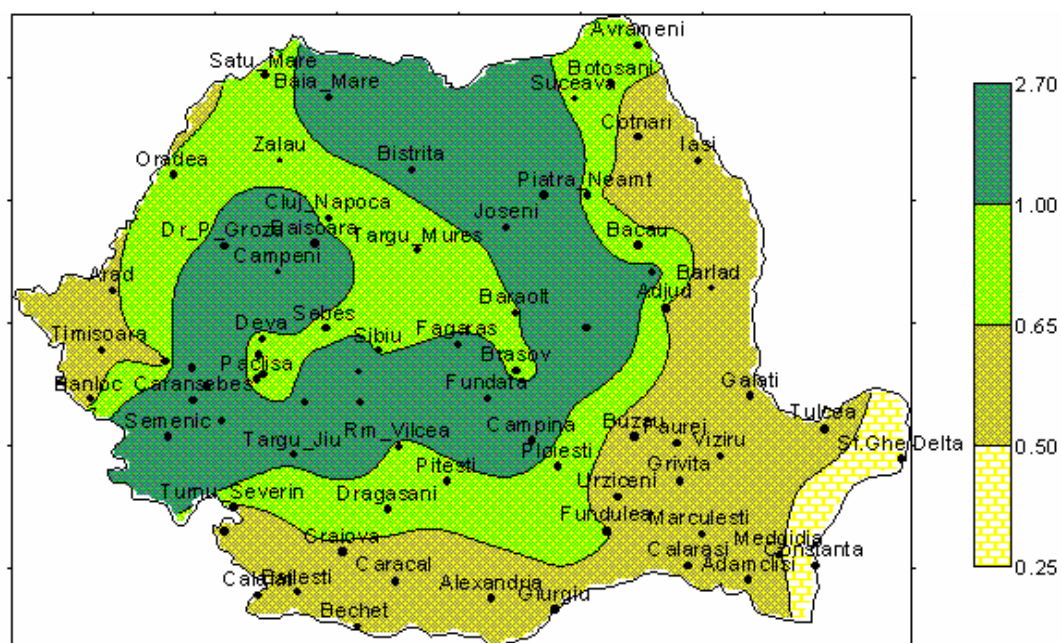


Figura 9. Raportul mediu anual între precipitații și evapotranspirația potențială (media pe 100 de ani)

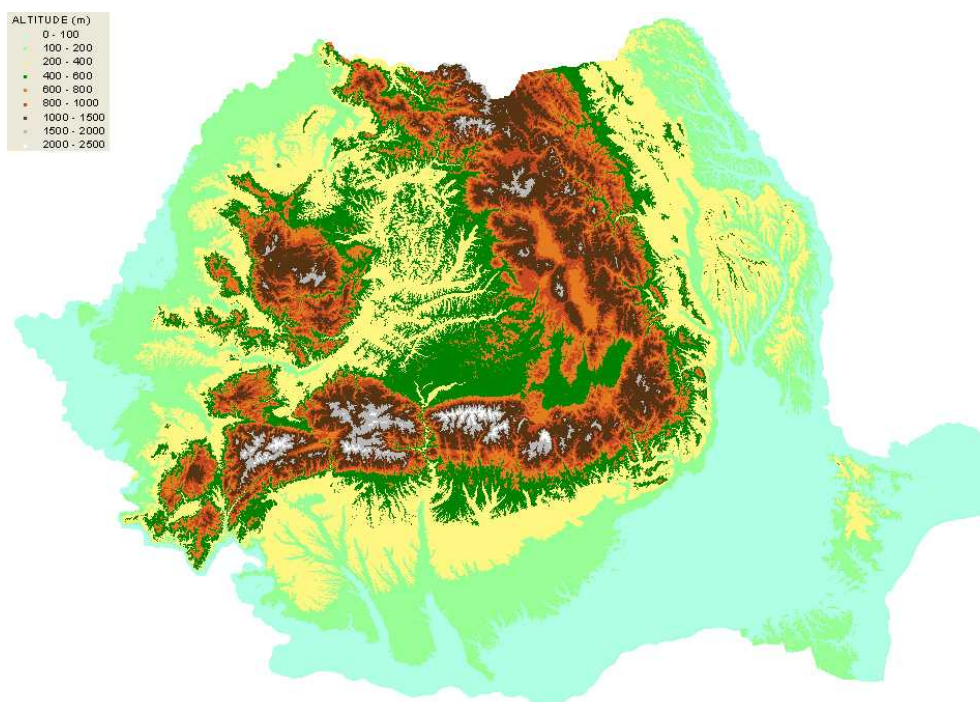


Figura 10. Harta distribuției altitudinii (SRTM 2003, grid din 100 în 100m)

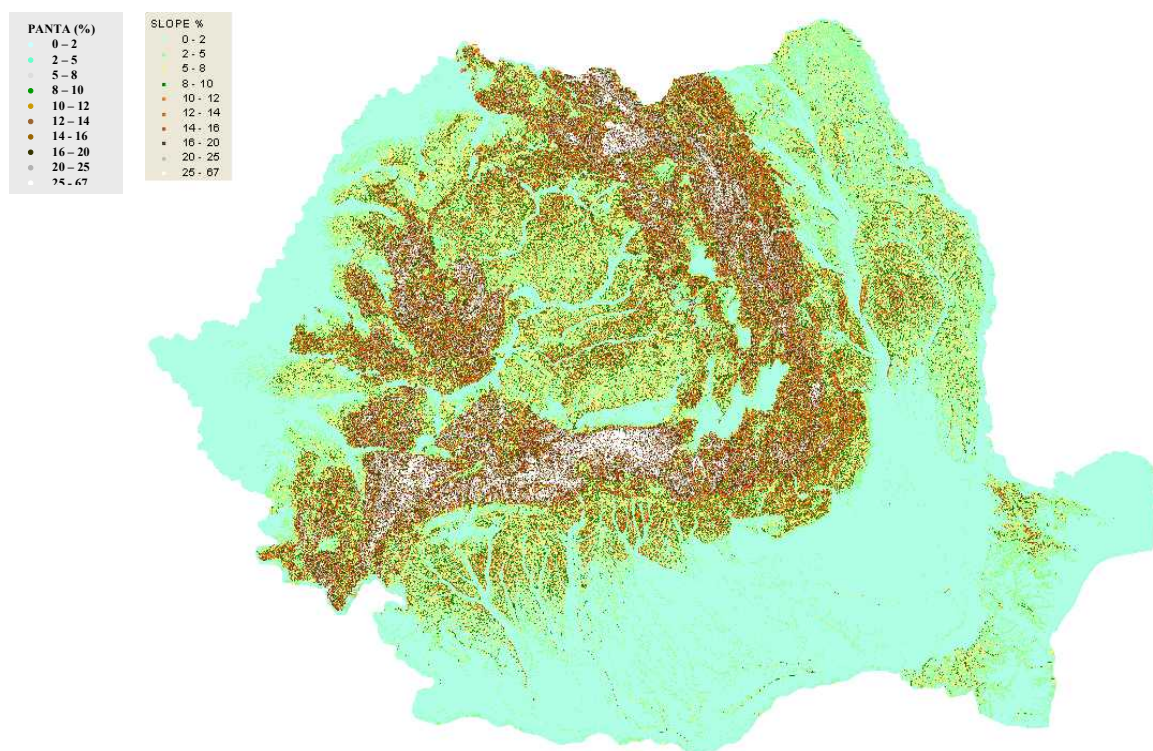


Figura 11. Harta pantelor în România (SRTM 2003, grid 100 x 100m)

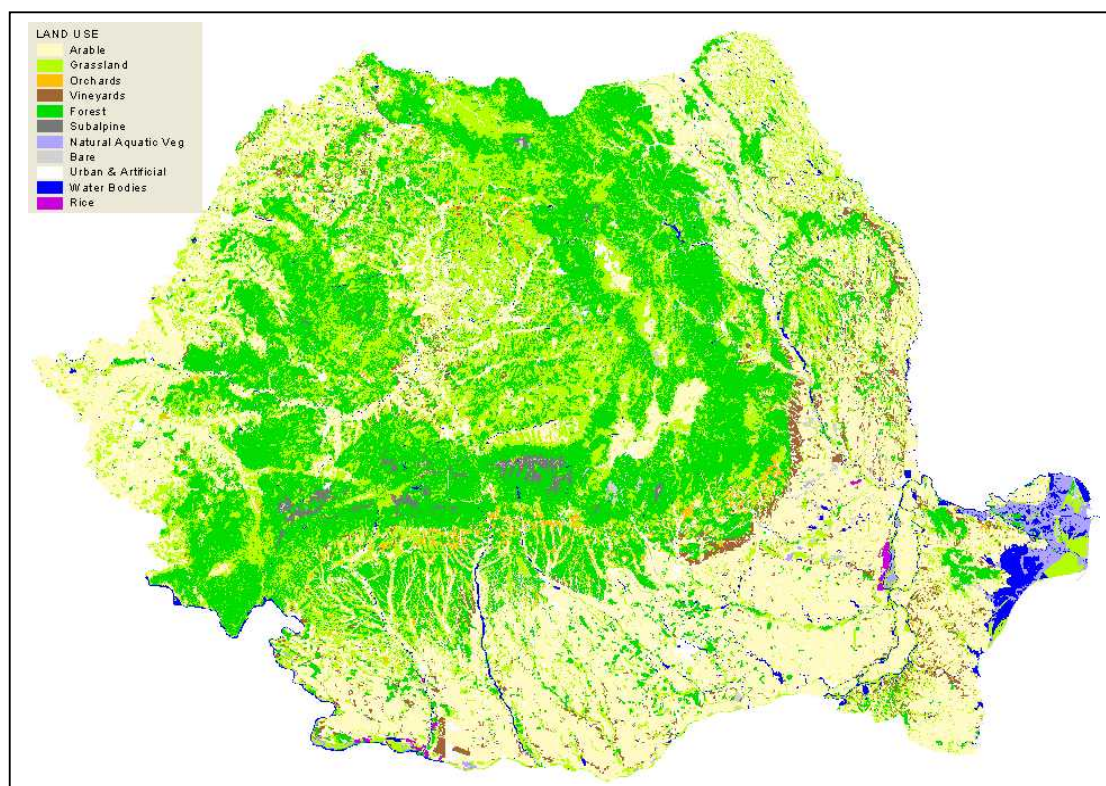


Figura 12. Folosința terenului bazat pe FAO-LCCS

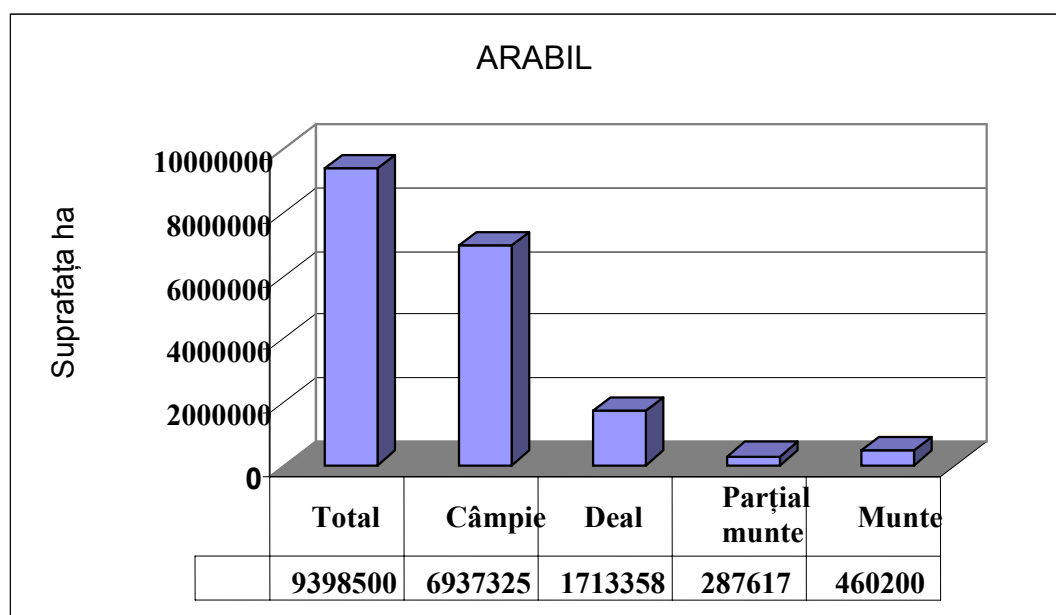


Figura 13. Distribuția suprafețelor arabile cu principalele forme de relief

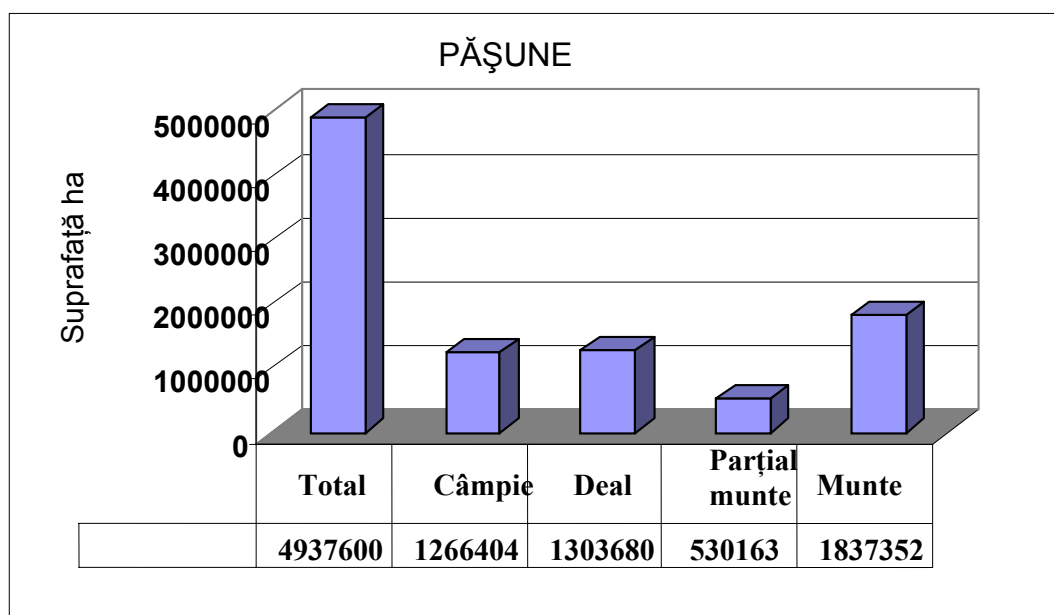


Figura 14. Distribuția suprafețelor acoperite de pășuni cu principalele forme de relief

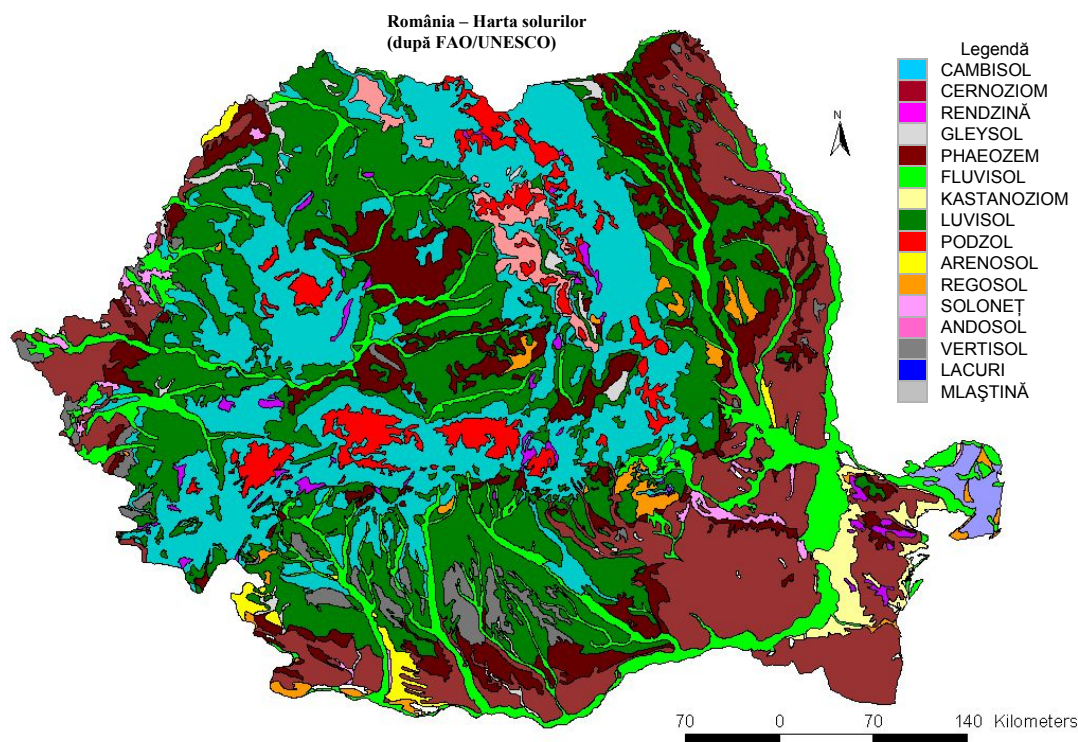


Figura 15. Harta solurilor din România

4.3.2. Indicatori utilizați pentru estimarea compactării

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

4.3.3. Mod de selectare a suprafeței pilot

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

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

4.3.4. Evaluare a indicatorilor

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

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

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

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

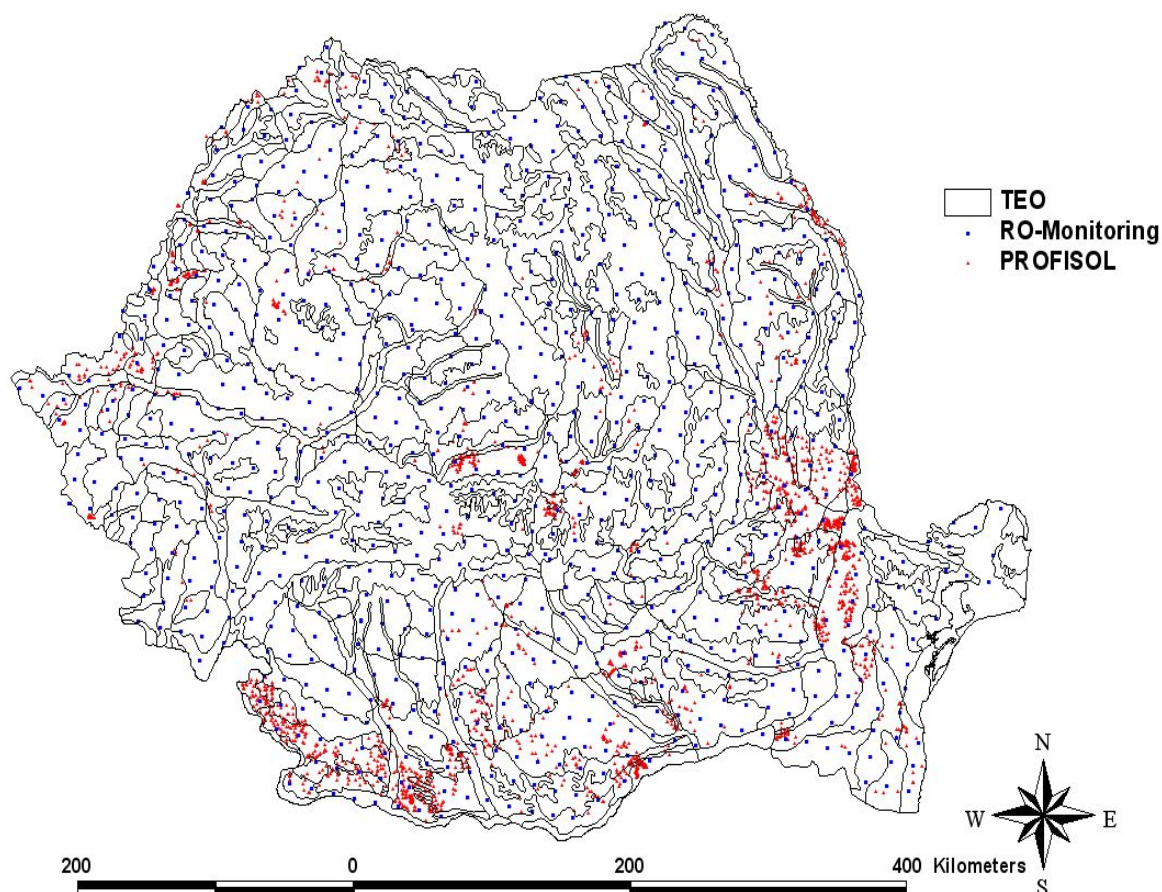


Figura 16 Distribuția spațială a profilelor de sol (din rețeaua de monitoring: RO-Monitoring și cartarea solului: PROFISOL) și a unităților ecologic omogene: TEO

Figura 16 prezintă distribuția spațială a profilelor de sol specifice (preluată din rețeaua de monitoring: RO-Monitoring și cartarea solului: PROFISOL) și unitățile de sol ecologic omogene: TEO).

Figura 17 prezintă acoperirea unităților cartografice rezultate din intersectarea stratului de sol, cu unitățile ecologic omogene și cu datele profilelor de sol.

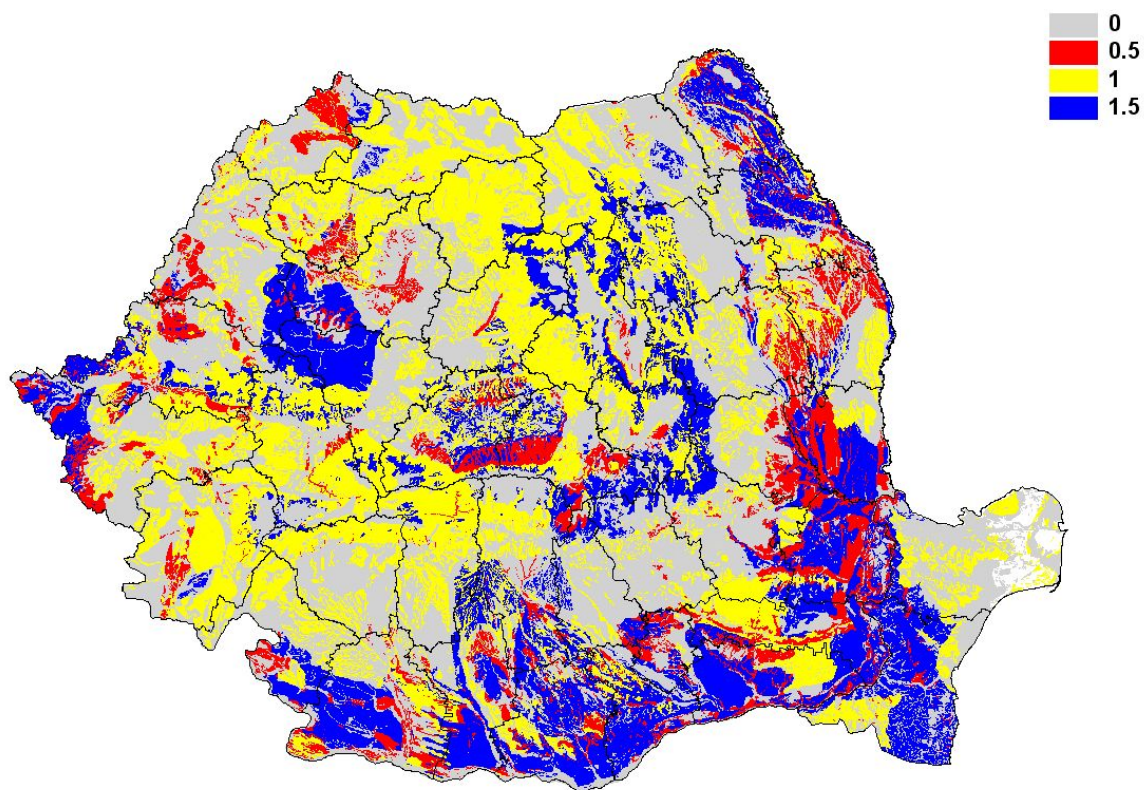


Figura 17. Acoperirea unităților ecologic omogene cu profilele de sol

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

A1. Indicator : DENSITATE (CP01)

B1. Descriere

Extindere spațială

Toată suprafața arabilă, pășunile și fânețele din România

Date

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

Determinarea densității aparente s-a realizat în trei repetiții pentru fiecare orizont genetic de sol pe probe în structură nederanjată (cilindri metalici având volumul de 100 cm³).

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

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

Metodă

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

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

Pentru interpretarea valorilor densității de împachetare sunt utilizate următoarele intervale :

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

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

Evaluarea rezultatelor

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

Figura 18 prezintă histograma valorilor măsurate ale densității de împachetare a orizontului de suprafață și a subsolului.

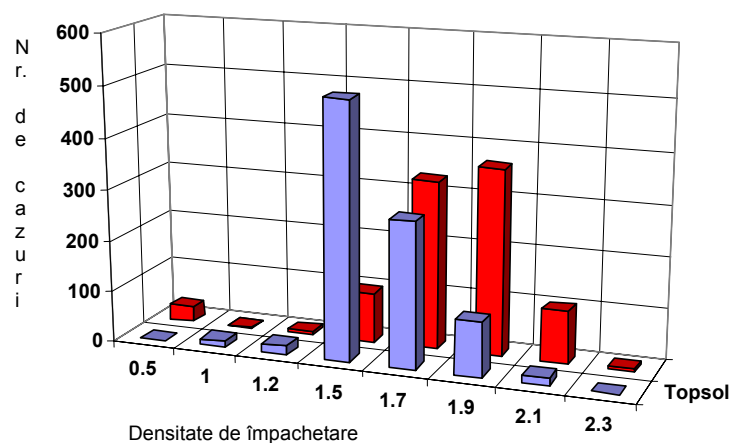


Figura 18. Histograma valorilor densității de împachetare corespunzătoare *orizontului de suprafață* (0-20 cm) și *subsolului* (20-50 cm)

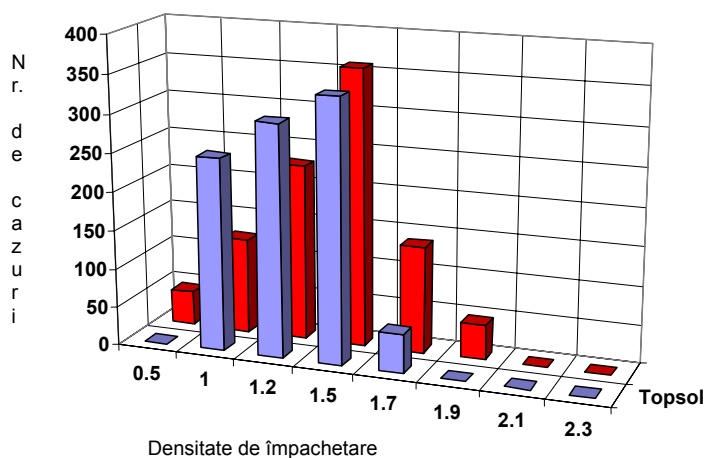


Figura 19. Histograma valorilor densității de împachetare corespunzătoare *liniei de bază – compactarea solului numai sub presiunea exercitată de masa coloanei de sol de deasupra – pentru orizontul de suprafață* (0-20 cm) și *subsoil* (20-50 cm).

Calculul valorilor de bază pentru fiecare profil de sol, considerând un sol cu aceleași orizonturi ca și ale celui pentru care parametrii au fost măsurați (determinați), având aceeași textură și conținut de materie organică și compactat sub presiunea exercitată de masa coloanei de sol aflată deasupra orizontului pentru care se estimează gradul de compactare, determină histograma din figura 19.

Analiza comparativă a valorilor reale ale densității de împachetare și a celor estimate pentru orizontul de suprafață (figura 20) și pentru subsol (figura 21) arată o creștere a densității de împachetare corespunzătoare profilelor de sol ale căror parametri au fost măsurați (determinați).

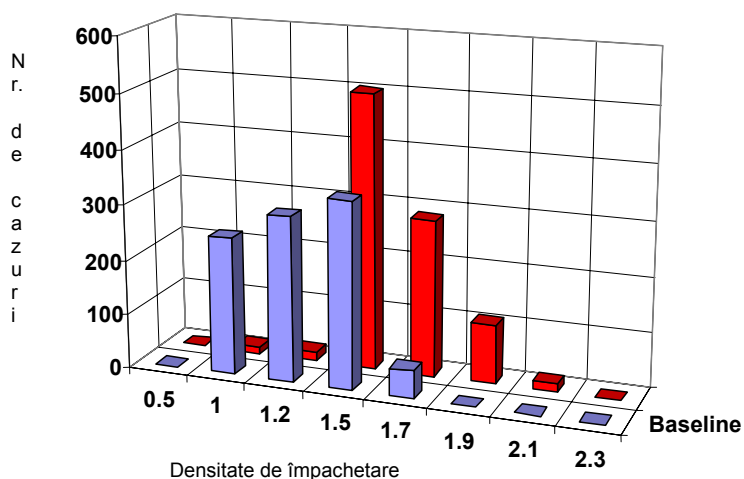


Figure 20. Densitatea de împachetare corespunzătoare orizontului de suprafață pentru profilele de sol *estimate* și cele *măsurate*

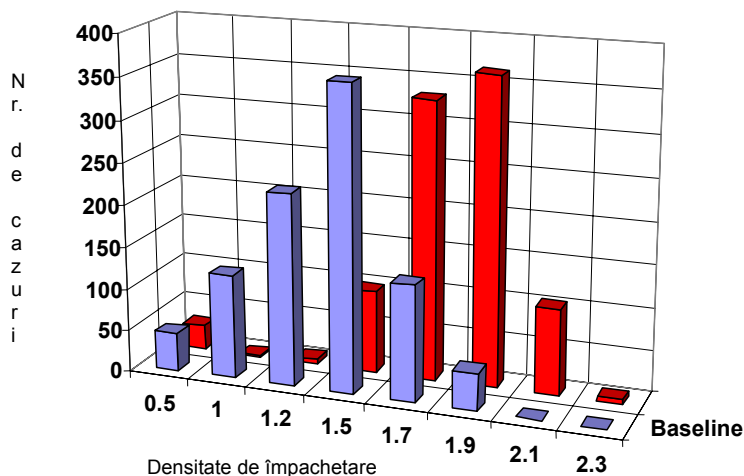


Figura 21. Densitatea de împachetare corespunzătoare subsolului pentru profilele de sol *estimate* și cele *măsurate*

Utilizând valorile măsurate ale densității de împachetare și limitele orizonturilor au fost stabilite trei clase sau categorii ale densității de împachetare : "redușă", "medie", "ridicăată". Aceleași clase ale densității de împachetare au fost stabilite prin evaluarea indirectă a densității de împachetare utilizând clasele texturale și structura solului (După Anexa I și Anexa II din Capitolul 7.2.5. Compactarea solului/CP01 Densitate – Raportul de Protocoale și Proceduri ENVASSO, bazat pe Hodgson, 1997). Figura 22 prezintă analiza comparativă între cele două metodologii de estimare a claselor densității de împachetare a profilelor de sol (80) din sud-vestul României (județul Timiș). Analiza comparativă arată că evaluarea indirectă a claselor

densității de împachetare le subestimează pe acelea stabilite utilizând date măsurate (determinate) cu o clasă în 29 de cazuri și cu 2 clase în 2 cazuri din 80.

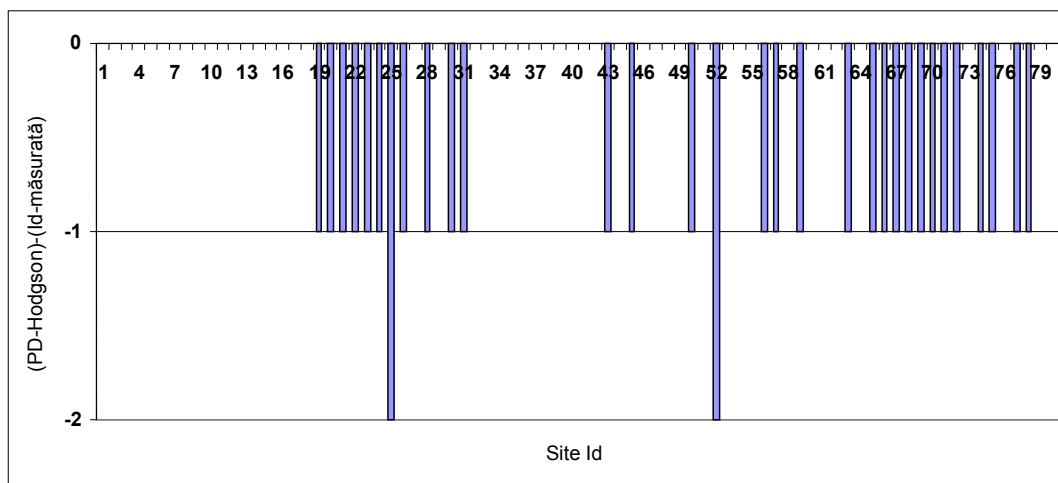


Figura 22. Analiza comparativă între evaluarea densității de împachetare utilizând date măsurate (determinate) și estimarea indirectă realizată în funcție de clasa texturală și structura solului așa cum a fost propusă de Hodgson

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

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

B1. Descriere

Extindere spațială

Toată suprafața arabilă, pășunile și fânețele din România

Date

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

Măsurătorile (determinările) au fost efectuate pe probe de sol în structură nederanjată (cilindri metalici având volumul de 100 cm³), utilizând plăcile ceramice, cu ajutorul cărora a fost posibilă realizarea potențialului matriceal corespunzător treptelor de suucțiune mai sus menționate. Metoda este similară cu cea propusă de ISO 11274 :1998.

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

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

Evaluarea rezultatelor

Analiza comparativă între cele două metode de estimare : directă prin măsurători și indirectă utilizând tabelele lui Wosten arată că cele două seturi de date sunt în concordanță (Figura 23).

Estimarea indirectă a conținutului de apă din sol utilizând tabelul propus de Wosten nu este foarte diferită de o abordare mult mai complexă (HYPRES) care estimează curba de reținere a apei pe baza unor ecuații de regresie care utilizează valori ale densității aparente, ale conținutului de materie organică, ale nisipului, prafului, argilei (Figura 24).

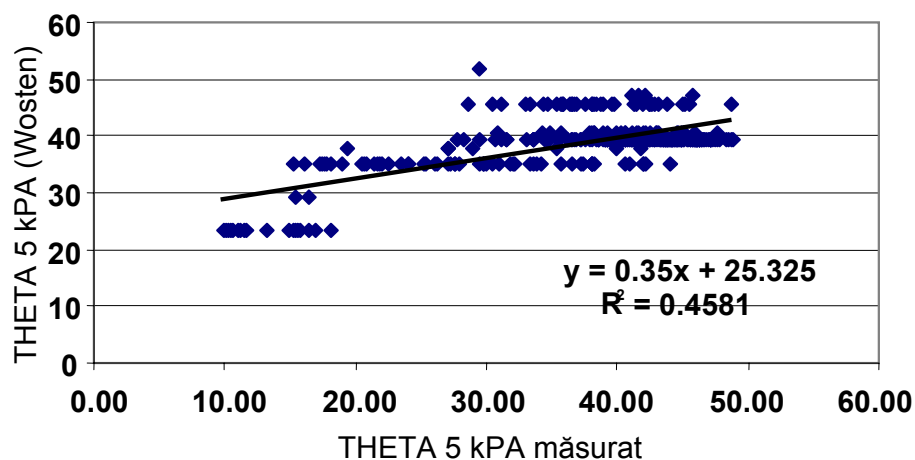


Figura 23. Analiza comparativă între estimarea prin măsurători și cea indirectă a lui Wosten a conținutului de apă corespunzător unui potențial matriceal de 5 kPa.

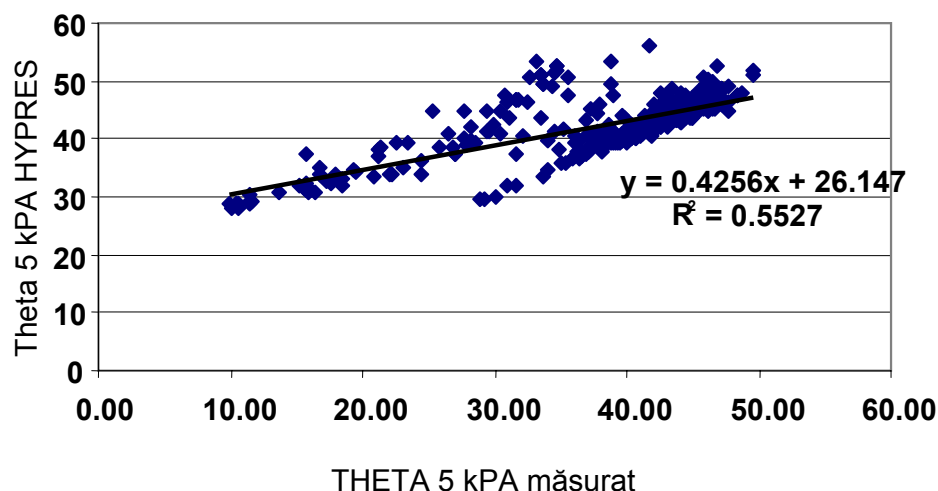


Figura 24. Analiza comparativă între estimarea bazată pe măsurători și cea indirectă HYPRES a conținutului de apă din sol corespunzător unui potențial matriceal de 5 kPa.

Valorile conținutului de apă din sol corespunzător unei suucțiuni de 5 kPa măsurate (determinate) au fost apoi utilizate pentru calculul volumului porilor la 5 kPa utilizând metodologia propusă în Manualul de Protocoale și Proceduri. Histograma valorilor conținutului de aer (figura 25) arată că cele mai multe valori pentru solurile din România sunt incluse în clasa 0 – 2 %.

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

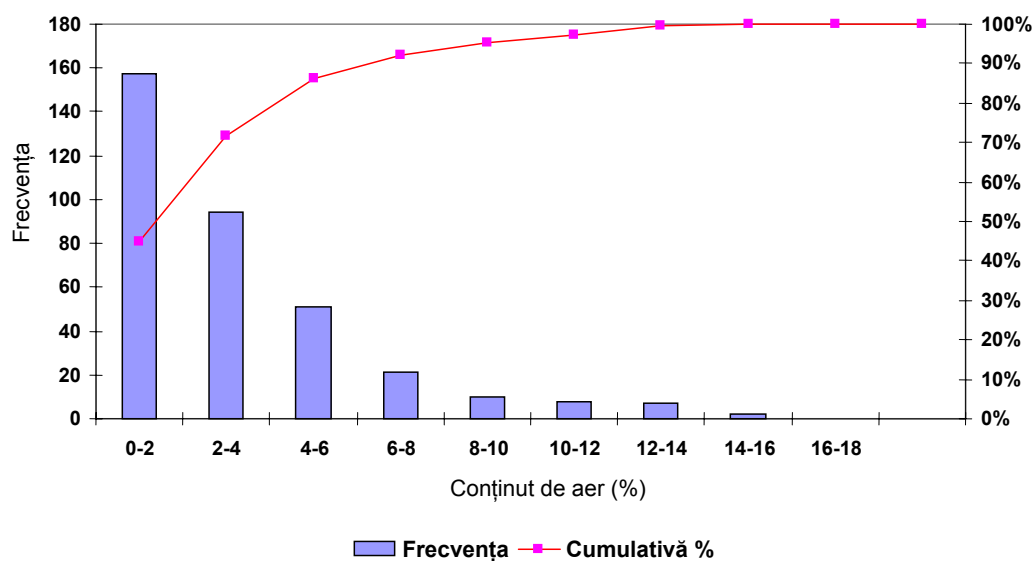


Figura 25. Histogram valorilor volumului porilor umpluți cu aer la o suucțiune de 5 kPa

A3. Indicator : VULNERABILITATE LA COMPACTARE (CP06)

B1. Descriere

Extindere spațială

Toată suprafața arabilă, pășunile și fânețele din România

Date

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

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

Evaluarea rezultatelor

Pe baza valorilor densității de împachetare și ale texturii au fost stabilite clasele de susceptibilitate a solurilor la compactare (în acord cu tabelul 4 – Compactarea solului din Manualul de Protocoale și Proceduri ENVASSO – capitolul CP06 Vulnerabilitatea la compactare). În figura 26 este prezentată frecvența diferitelor clase de susceptibilitate la compactare a solurilor din România și anume : 43 % din soluri prezintă susceptibilitate redusă, 42 % prezintă susceptibilitate moderată, 14 % susceptibilitate ridicată, doar 1 % din soluri sunt foarte susceptibile la acest proces de degradare.

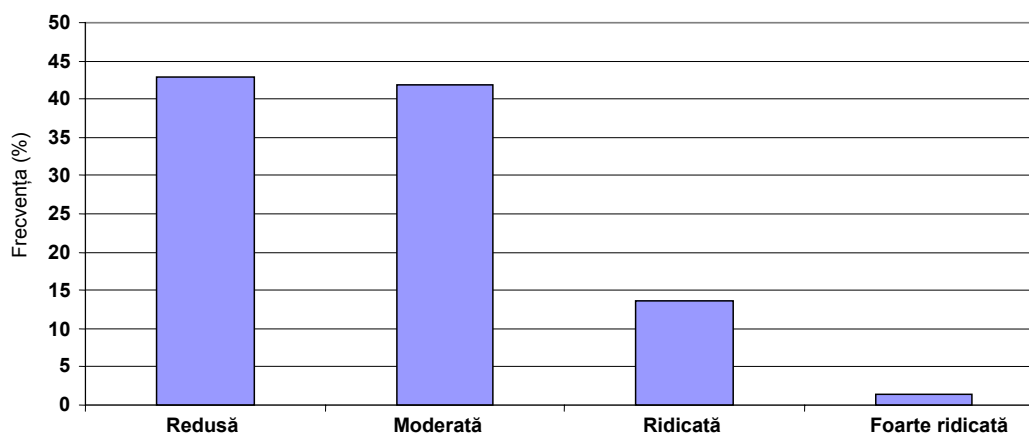


Figura 26. Frecvența claselor de susceptibilitate

A fost estimată vulnerabilitatea solurilor arabile (figura 27) și a celor acoperite de fânețe și pășuni (figura 28). Cea mai mare parte din solurile arabile prezintă vulnerabilitate moderată la

compactare ; în cazul fânețelor și pășunilor solurile localizate în partea centrală a țării au vulnerabilitate foarte ridicată la apariția compactării.

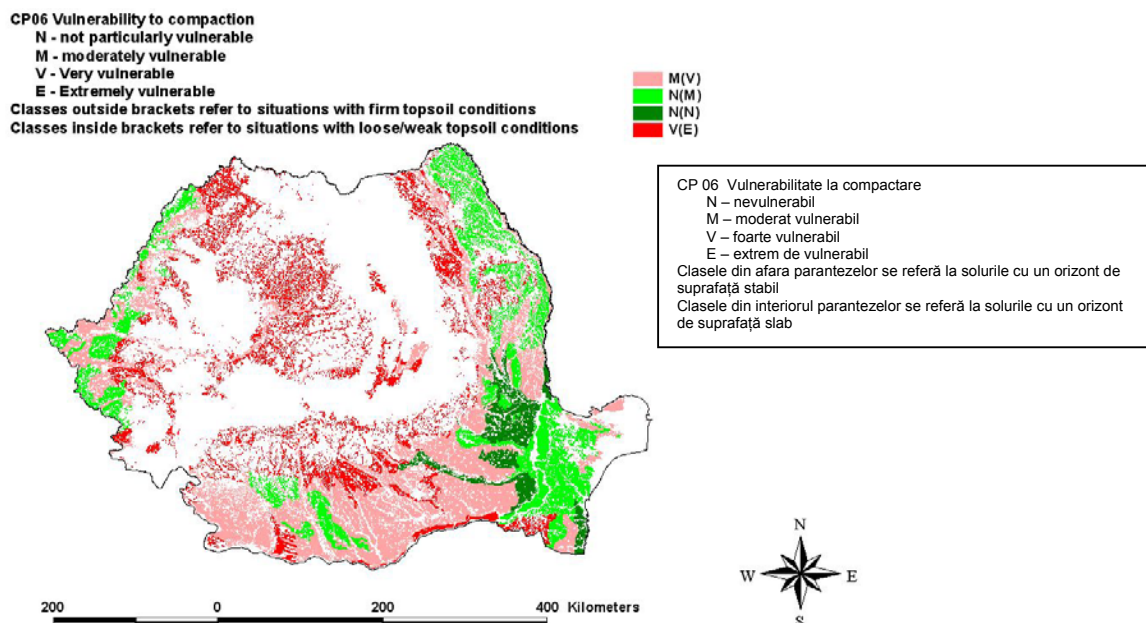


Figura 27. Vulnerabilitate la compactare a solurilor arabile

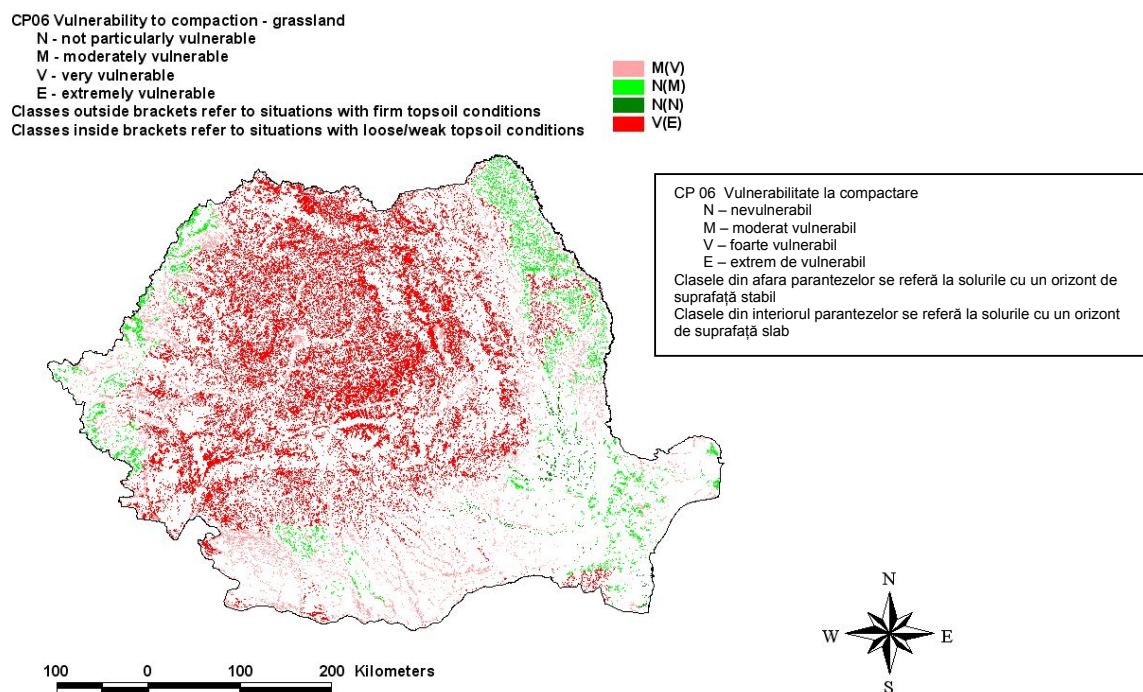


Figura 28 Vulnerabilitate la compactare a solurilor sub pășune și fânețe

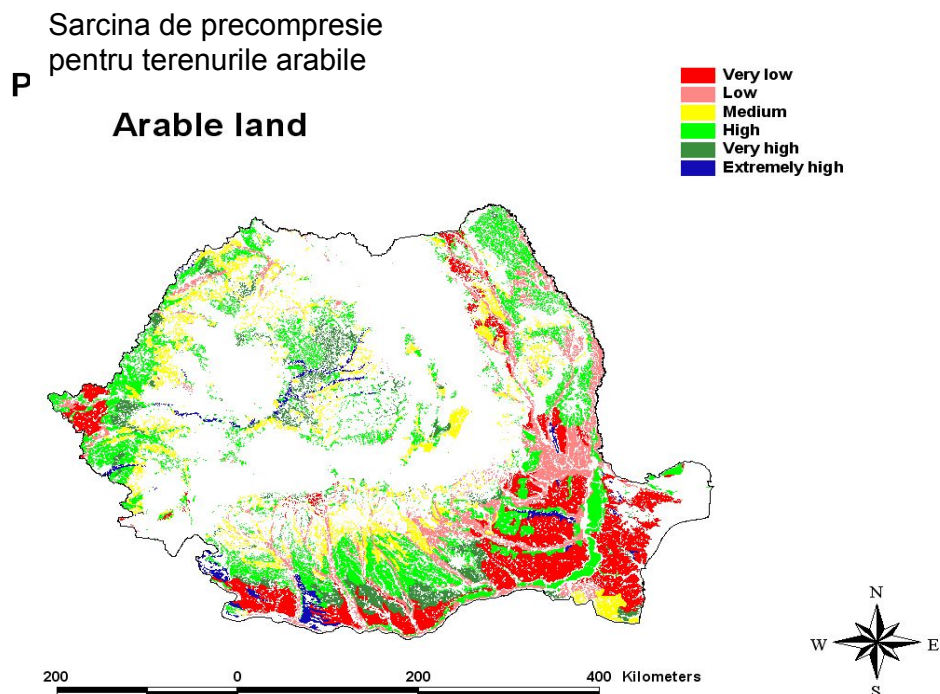


Figura 29. Valorile sarcinii de precompresie pentru solurile arabile

Metoda ENVASSO de calculare a vulnerabilității la compactare a fost comparată cu o metodă bazată pe proprietățile mecanice ale solului (sarcina de precompresie, factorul de concentrație) propus de Horn și al., 2005. În cadrul acestei metode valorile sarcinii de precompresie pentru solurile arabile sunt măsurate/calculate utilizând metode indirecte (Figura 29).

Estimarea rezultatelor cu privire la o compactare ulterioară a solului necesită compararea valorilor pentru o sarcină specifică de pre-compresie (P_v) a orizontului cu presiunile existente în orizontul de sol (ρ_0) determinate de încărcările de la suprafața solului și transmiterea acestora în profilul de sol, metodă bazată pe factorul de concentrație din ecuația Newmark. Cu cât sarcina de precompresie este mai mare decât presiunea calculată în adâncimea de sol dată, cu atât orizontul de sol prezintă o oarecare stare de echilibru. Dacă raportul P_v/ρ_0 este mai mic decât 0,8 solul este considerat a fi instabil. Clasele de vulnerabilitate la apariția compactării utilizând încărcări specifice sunt prezentate în tabelul 14.

Luând în considerare sarcinile exercitate la suprafața solului de către lucrările agricole și echipamentele de putere specifice agriculturii mecanizate (sarcina pe osie de 32 kN, presiunea în pneu de 160 kPa), în condițiile țării noastre, figura 30 prezintă o analiză comparativă între vulnerabilitatea la compactare estimată utilizând algoritmul bazat pe sarcina de precompresie și

metodologia propusă de Manualul de Protocoale și Proceduri ENVASSO . Figura 31 prezintă aceeași analiză comparativă, dar raportată doar la terenurile sub folosință arabilă.

Tabel 14 Clasificarea sarcinii efective exercitată pe sol în funcție de relația între sarcina de precompresie P_v și presiunea solului ρ_0

Raportul P_v / ρ_0	Clasificare
> 1.5	Foarte stabil, deformație elastică
$1.5 - 1.2$	Stabil
$1.2 - 0.8$	Instabil
< 0.8	Instabil, deformație plastică suplimentară, fluent

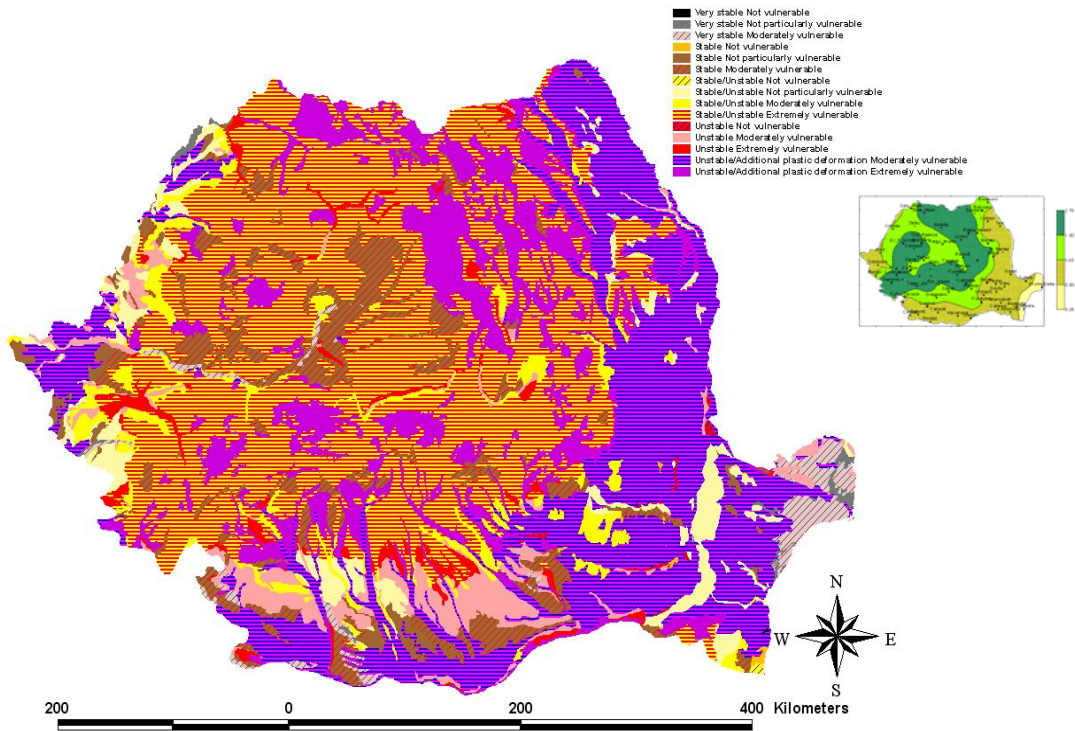


Figura 30. Vulnerabilitatea la compactare a solului estimată prin două metode: procedeul ENVASSO (nevulnerabil, puțin vulnerabil, moderat vulnerabil, extrem de vulnerabil) și utilizând clasele de încărcare efectivă a solului (foarte stabil, stabil, stabil/instabil, instabil, instabil/deformație plastică suplimentară). Hărțile din partea dreaptă sus prezintă media raportului între precipitații și evapotranspirația potențială, ca în figura 10.

Figurile 30 și 31 arată că pentru arealele aflate sub condiții climatice uscate, algoritmul bazat pe procedeul ENVASSO prezintă valori ale vulnerabilității la compactare (Moderat vulnerabil) mai mici decât acelea obținute utilizând metodologia bazată pe încărcări efective ale solului (instabil/deformație plastică suplimentară).

Analiza comparativă a celor două metodologii utilizate, pentru sud-vestul țării noastre, arată că datele obținute sunt în acord cu analiza comparativă realizată între valorile densității de împachetare măsurate și cele obținute prin estimarea indirectă utilizând clasele texturale și de structură a solului, propusă de Hodgson (figura 22).

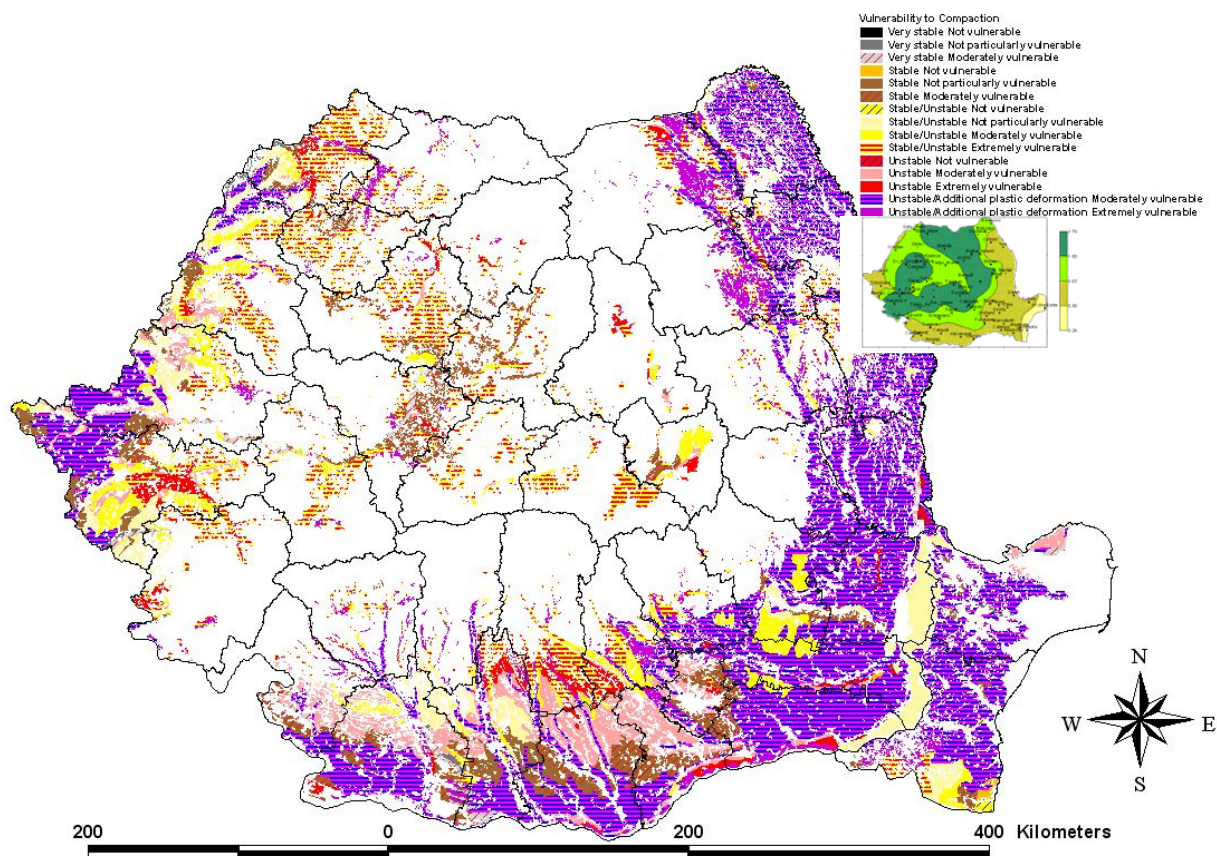


Figura 31. Vulnerabilitatea la compactare a solului pentru terenurile arabile estimată prin două metode: procedeul ENVASSO (nevulnerabil, puțin vulnerabil, moderat vulnerabil, extrem de vulnerabil) și utilizând clasele de încărcare efectivă a solului (foarte stabil, stabil, stabil/instabil, instabil, instabil/deformație plastică suplimentară). Hărțile din partea dreaptă sus prezintă media raportului între precipitații și evapotranspirația potențială, ca în figura 10.

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

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

Valorile obținute pentru cei trei indicatori de caracterizare a vulnerabilității solurilor la apariția compactării prin utilizarea procedurii propus în Manualul de Proceduri și Protocoale ENVASSO sunt consistente și arată că solurile din țara noastră sunt afectate de compactare, analizând valorile scăzute ale volumului porilor umpluți cu aer/indicator CP02) și au o vulnerabilitate moderată la apariția acestui proces luând în considerare indicatorul CP06.

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

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

Va fi necesară elaborarea unui sistem de clasificare bazat pe textura solului pentru indicatorul CP02 – Volumul porilor umpluți cu aer.

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

5. Concluzii

- Metodologia de estimare a vulnerabilității la compactare a solurilor s-a realizat prin analiza a trei parametri: densitatea de împachetare (CP01), capacitatea pentru aer sau volumul porilor umpluți cu aer la o treaptă de reținere a apei sau sucțiune specifică (CP02) și vulnerabilitatea la compactare (estimată) (CP03); aceasta a fost adaptată după cea elaborată în Manualul de Proceduri și Protocoale ENVASSO;
- În urma evaluării informațiilor prezentate în chestionarele returnate putem spune că, în general, metodologiile prezentate au fost elaborate din punct de vedere deterministic și mai puțin bazate pe abordări de tip expert, pe experiență și pe măsurători directe.
- Datele din chestionare au fost compilate într-o bază de date de tip Excel;
- În general metodologiile elaborate la nivelul altor țări europene sunt complete, au în vedere nu numai procesul compactării, ci și reacția solului, influența condițiilor climatice, a drenajului, impactul asupra celor mai importante proprietăți fizice ale solului și într-o anumită măsură reziliența subsolului la compactare;
- Modelul SIDASS elaborat pentru estimarea riscului la degradare prin compactare este considerat a fi cel mai complet, deoarece utilizează informații complexe despre: sarcina pe osie, rezistența subsolului la exercitarea unei presiuni, condițiile climatice, drenaj, acoperirea terenului, sol și de asemenea SIG pentru elaborarea hărților care prezintă arealele cu risc de apariție a compactării;
- Procesul de armonizare al metodologiilor deterministe la nivelul țărilor europene în contextul aplicării Directivei de sol propusă de Comisia Europeană nu va fi dificil, deoarece în esență sunt aceleași; va fi însă dificilă armonizarea datelor, a măsurătorilor și a modului de interpretare a rezultatelor măsurătorilor; o problemă majoră constă în faptul că nici una din metodologii nu este validată;
- Un avantaj al metodologiilor de tip determinist este acela că pot fi mai ușor adaptate la scară largă, decât cele bazate pe experiență; metodologiile de estimare a riscului bazate pe experiență și în cele mai multe cazuri pe sisteme de monitoring mai vechi sunt utile pentru determinarea vulnerabilității la compactare în țara respectivă, dar nu pot fi adaptate condițiilor specifice din alte țări.
- Valorile obținute pentru cei trei indicatori de caracterizare a vulnerabilității solurilor la apariția compactării prin utilizarea procedeului propus în Manualul de Proceduri și Protocoale ENVASSO sunt consistente și arată că solurile din țara noastră sunt afectate de

compactare, analizând valorile scăzute ale volumului porilor umpluți cu aer (indicator CP02) și au o vulnerabilitate moderată la apariția acestui proces luând în considerare indicatorul CP06 - Vulnerabilitate la compactare a solului;

- Metodele propuse de Manualul de Proceduri și Protocoale ENVASSO sunt descrise detaliat și pot fi aplicate pentru un interval larg de date existente ;
- Metodele indirecte propuse sunt în acord cu datele măsurate (directe) sau cu alte procedee indirecte mai complexe. Procedul de calcul pentru indicatorul CP06 – Vulnerabilitate la compactare a solului va trebui verificat ulterior sau adaptat regiunilor cu condiții climatice uscate (arealele cu climat mediteranean) ;
- Va fi necesar un sistem de clasificare bazat pe textura solului pentru indicatorul CP02 – Volumul porilor umpluți cu aer ;
- Utilizând o modalitate adecvată de definire a valorilor de bază pentru densitatea de împachetare, indicatorul CP01 va putea fi utilizat pentru estimarea vulnerabilității la apariția compactării (pe o scară de la 0 – necompactat la 1 – compactare maximă posibilă).

6. Bibliografie

Allakukku, L., 2000. Responses of annual crops to subsoil compaction in a field experiment in clay soil lasting 17 years. In: Horn, R., Van den Akker, J.J.H. and Arvidsson, J. (eds.). Subsoil compaction: Distribution, processes and consequences. Advances in GeoEcology 32. Catena Verlag, Reiskirchen, Germany, pp. 205-208.

Birkas M., Szalai T., Gyuricza C., Jolankai M., Gecse M. 2000. Subsoil compaction problems in Hungary. In: Subsoil compaction: Distribution, processes and consequences (Ed. Horn R., van den Akker, J.J.H., Arvidsson, J.) Advances in GeoEcology 32. Catena Verlag, Reiskirchen, Germany, pp. 354-362.

Birkas M., Jolankai M., Gyuricza C., Percze A. 2004. Tillage effects on compaction, earthworms and other soil quality indicators in Hungary. Soil Till. Res. Special Issue "Soil Quality as an Indicator of Sustainable Tillage Practices" (ed. Karlen, D.L.) 78.2. 185-196.

Boynton, P.W., Administating, analysing, and reporting your questionnaire, 18 april 2007, Downloaded from <http://www.bmj.com>.

Canarache, A., 1987. Romanian experience with land classification related to soil tillage. Soil Tillage Research 10, 39-54.

Canarache, A., 1991. Factors and indices regarding excessive compactness of agricultural soils. Soil Tillage Res., 19: 145-164.

Canarache, A., Dumitru, E. and Dumitru, S., 2000. Estimation of compaction risk and of its geographical extension in Romania using pedotransfer functions and GIS techniques. In: Birkas, M., Gyuricza, C., Farkas, C., Gecse, M. (eds.). Proceedings of the 2nd Workshop and International Conference on Subsoil Compaction, Godollo, Hungary, 29-31 may 2000, Szent Istvan University, Godollo, Hungary, pp 64-69.

Dexter, S.r., Czyz, E.A. and Gate, O.P., 2004. Soil structure and the saturated hydraulic conductivity of subsoils. Soil Tillage Research 79, pp 185-189.

Hakansson, I. and Lipiec, J., 2000. A review of the usefulness of relative bulk density values in studies of soil structure and compaction. Soil Till. Res. 53, 71-85.

Hakansson, I. and Petelkau, H. (1994). benefits of limited axle load. In Soane, B.D. and Van Ouwerkerk, C. (eds.) Soil compaction in Crop production. Developments in Agricultural Engineering 11. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, pp. 479 -499.

Horn, R., Fleige, H., Richter, F. H., Czyz, E.A., Dexter, A., Diaz-Pereira, Dumitru, E., Enache, R., Mayol, F., Rajkai, K., De la Rosa, D., Simota, C., 2005 SIDASS Project Part 5:

Prediction of mechanical strength of arable soils and its effects on physical properties at various map scales. Soil Tillage Research 82, 47-56

Kooistra, M.J., Bouma, J., Boersma, O.H. and Jager, A. (1984) Physical and morphological characterization of undisturbed and disturbed ploughpans in a sandy loam soil. Soil and Tillage Research 4, 405-417.

Lobert M., Boken H. and Glante F. (2007): Soil compaction – indicators for the assessment of harmful changes to the soil in the context of the German Federal Soil protection Act. Journal of Environmental Management 82 (2007), 388-397.

Lipiec, J., Hakansson, I., Tarkiewicz, S., Kossowski, J., 1991. Soil physical properties and growth of spring barley as related to the degree of compactness of two soils. Soil Till. Res. 19, 307-317.

Lipiec, J., Hakansson, I., 2000. Influences of degree of compactness and matric water tension on some important plant growth factors. Soil Till. Res. 53, 87-94.