

RAPORT DE CERCETARE AL ETAPEI IV

în contractul nr. 51-031

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

Cuprins

	Pag.
Obiective.....	4
Rezumat.....	5
Obiectivul 1 - Inventarul metodologiilor de evaluare a riscului la degradare agrofizică existente - salinizarea solului.....	7
1. Activitatea 1.2. Dezvoltarea unei metodologii unitare de evaluare a riscului la degradare agrofizică prin salinizare.....	7
1.1. Aspecte generale.....	7
<i>1.1.1. Efecte asupra plantei și solului.....</i>	8
<i>1.1.2. Cauze.....</i>	9
<i>1.1.3. Management.....</i>	10
<i>1.1.4. Practicieni.....</i>	10
1.2. Inventarul metodologiilor de estimare a riscului la degradare agrofizică prin salinizare existente în literatură și utilizate pe plan mondial.....	11
<i>a) RAM 1: conductivitatea electrică a apei.....</i>	12
<i>b) RAM 2: compoziția soluției solului.....</i>	13
<i>c) RAM 3: vulnerabilitatea plantei.....</i>	13
<i>d) RAM 4: cerința de spălare.....</i>	13
<i>e) RAM 5: conținutul procentual de sodiu schimbabil.....</i>	14
<i>f) RAM 6: procentul de sodiu schimbabil/conductivitatea electrică a apei de irigații, din precipitații sau ridicată prin capilaritate din pânza freatică.....</i>	15
<i>g) RAM 7a: compoziția pastei de sol saturată și procentul de sodiu schimbabil sau raportul de adsorbție a sodiului din apa de irigație.....</i>	16
<i>h) RAM 7b: compoziția pastei de sol saturată, procentul de sodiu schimbabil și pH-ul.....</i>	16
<i>i) RAM 8: tipul de anioni.....</i>	16
<i>j) RAM 9: clasificarea a două tipuri de sol.....</i>	17
1.3. Situația existentă la nivelul țării noastre în ceea ce privește problematica salinizării.....	17
<i>1.3.1. Resursele de sol ale României.....</i>	17
<i>1.3.2. Condițiile climatice și fizico-geografice care favorizează apariția sărăturilor.....</i>	18
<i>1.3.3. Procedee de descriere a solurilor afectate de salinizare în România.....</i>	20
<i>1.3.4. Distribuția solurilor afectate de salinizare în România.....</i>	21
1.4. Metodologie de estimare a riscului la degradare a solului prin salinizare aplicată la nivelul țării noastre.....	25
<i>1.4.1. Procedeu de lucru pentru identificarea zonelor salinizate pe bazine hidrografice.....</i>	25
<i>1.4.2. Rezultate obținute.....</i>	28

	<i>Spațiul hidrografic Someș-Tisa</i>	28
	<i>Spațiul hidrografic al Crișurilor</i>	29
	<i>Spațiul hidrografic Banat</i>	32
	<i>Spațiul hidrografic Mureș</i>	33
	<i>Spațiul hidrografic Jiu</i>	35
	<i>Spațiul hidrografic Olt</i>	37
	<i>Spațiul hidrografic Argeș-Vedea</i>	38
	<i>Spațiul hidrografic Buzău – Ialomița</i>	39
	<i>Spațiul hidrografic Siret</i>	44
	<i>Spațiul hidrografic Prut</i>	46
	<i>Spațiul hidrografic Dobrogea-Litoral</i>	48
	<i>Spațiul hidrografic Dunăre</i>	50
2.	Activitatea 1.3. Elaborarea de chestionare.....	52
2.1.	Chestionare de estimare a vulnerabilității la salinizare.....	53
3.	Activitatea 1.4. Elaborarea unei baze de date prietenoase.....	57
4.	Activitatea 1.5. Evaluarea chestionarelor.....	62
5.	Obiectivul 2 - Analiza comparativă a metodologiilor de evaluare a riscului de degradare agrofizică a solului-eroziunea solului.....	66
5.1.	Activitatea 2.2 Studiu comparativ al metodologiilor existente de evaluare a riscului apariției degradării agrofizice a solului, din punct de vedere practic.....	66
6.	Concluzii.....	73
7.	Bibliografie.....	78

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) determinat în principal de factorul antropic, în contextul aplicării noilor legislații europene privind protecția și conservarea solului.

Obiectivele specifice ale etapei au fost:

1) inventarul metodelor de evaluare a riscului la apariția degradării prin salinizare a solului; în acest context activitățile desfășurate au fost :

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

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

- studiu comparativ al metodelor existente de evaluare a riscului la apariția degradării prin salinizare a solurilor din punct de vedere practic.

Rezumat

În cadrul acestei etape a fost realizată o metodologie specifică, pentru a descrie zonele afectate de procese de sărăturare și pentru a le identifica spațial pe bazinele hidrografice ale țării noastre. Au fost utilizate facilitățile GIS furnizate de ArcView pentru realizarea intersecției dintre limitele spațiilor hidrografice și harta de soluri, scara 1:200000, dezvoltată în cadrul Sistemului Informatic Geografic de Soluri și Terenuri al INCDPAPM, sistem numit SIGSTAR-ICPA. Fiecare dintre cele 50 de foi ale acestei hărți cuprinde o cartogramă geomorfologică - litologică, o cartogramă geobotanică, date climatologice pentru unele stații meteorologice din zona respectivă, precum și unele profile pedo-morfografice referitoare la secțiuni reprezentative din zonă.

Cele 50 de foi, fiind georeferențiate, au fost digitizate și agregate pentru tot teritoriul României. Fiecare unitate cartografică de sol (poligon) de pe harta de soluri a SIGSTAR este descris printr-o serie de atribute (caracteristici sau proprietăți ale unității respective), cum ar fi: tipul și subtipul de sol, textura orizontului de suprafață, scheletul, procesele de degradare care afectează solul respectiv: eroziunea prin apă, prin vânt, alcalizarea, gleizarea, pseudogleizarea. Au fost incluse în GIS aspecte suplimentare provenite din studii pedologice locale la scară mare.

Rezultatele finale obținute au fost reprezentate prin hărți georeferențiate pentru fiecare spațiu hidrografic în parte (Someș-Tisa, Crișuri, Mureș, Banat, Jiu, Olt, Argeș-Vedea, Buzău-Ialomița, Siret, Prut-Bârlad, Dobrogea-Litoral, Dunăre), în cadrul cărora au fost delimitate suprafețele afectate de diferite intensități ale salinizării.

A fost elaborat un chestionar care a avut ca scop inventarierea metodologiilor curente de evaluare a riscului la degradare prin salinizare a solurilor existente la nivelul țărilor europene. Chestionarul, care a cuprins șapte întrebări, a fost conceput astfel încât să ne furnizeze informații privind datele științifice, care stau la baza metodologiilor de estimare a riscului la degradare prin salinizare și a fost trimis în mai multe țări, încercându-se o acoperire reprezentativă a Europei. Au fost returnate chestionarele din cinci țări europene. Informațiile furnizate de acestea, au fost apoi adunate într-o bază de date, care va fi utilizată pentru stabilirea criteriilor de armonizare a diferitelor metodologii și stabilirea unei modalități de abordare unitară în acord cu condițiile specifice fiecărui areal și cu legislația europeană privind protecția și conservarea resurselor de sol.

A fost realizată o evaluare de ansamblu a informației furnizate de chestionarele returnate. Analizând în ansamblu toate metodologiile prezentate, se poate spune că pentru estimările care se realizează,

sunt necesare în toate cazurile date privind caracteristicile solului și informații despre apa freatică. Tipologia, textura solului, proprietățile chimice ale apei de irigație, datele de climă, proprietățile hidraulice ale solului și cele privind utilizarea terenului sunt utilizate într-o proporție de 80 % în metodologiile prezentate. Funcțiile de pedotransfer și combinațiile cu modelele de simulare sunt utilizate în 60 % în metodologiile prezentate. Din aceste motive se poate concluziona faptul că există criterii comune în toate metodologiile de estimare a riscului la degradare prin salinizare aplicate la nivel european. Metodologiile de estimare a riscului la degradare a solului prin salinizare prezentate în chestionare sunt în general bazate pe abordări cantitative. În total 69 % din metode sunt bazate pe analize cantitative (bazate pe măsurători directe) și 31 % sunt calitative (bazate pe analize de tip expert).

A fost realizată o analiză mai detaliată luând în considerare cinci indicatori: *scara, transparența, complexitatea, eficiența costurilor și ambiguitatea*. Metodologiile de estimare a riscului la degradare a solurilor prin salinizare au fost clasificate în funcție de fiecare indicator în parte, iar rezultatele au fost apoi reprezentate în grafice de tip spider care au conținut cinci axe pentru cei cinci indicatori analizați. Fiecare indicator a fost calificat prin note de la 0 la 10, cu diferite valori în funcție de diferite opțiuni. Valorile au fost evaluate în funcție de modul nostru propriu de interpretare a chestionarelor și având informații suplimentare în ceea ce privește diferitele metodologii analizate. S-a constatat că este dificil de a construi diagramele spider, deoarece chestionarele nu au cuprins întrebări directe în ceea ce privește cei cinci indicatori. Cu toate acestea au fost realizate analizele spider pentru a ne face o idee cu privire la datele prezentate în chestionare. Pentru aceasta au fost preluate din chestionare informațiile legate de tipul de metodologie și tehnicile utilizate, scara de aplicare și tipul de prezentare a rezultatelor finale. Metodologiile utilizate în cele cinci țări pentru estimarea riscului la degradare prin salinizare sunt complet diferite, așa cum a fost pus în evidență în analizele spider realizate.

Obiectivul 1 - Inventarul metodologiilor de evaluare a riscului la degradare agrofizică existente - salinizarea solului

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

1.1. Aspecte generale

Pe plan mondial apariția și extinderea proceselor negative de degradare a solului prin salinizare a constituit un semnal de alarmă pentru comunitatea științifică cu mult timp în urmă. Cercetările privind factorii și procesele care au determinat extinderea arealelor afectate sau cu risc potențial la apariția degradării prin salinizare au fost inițiate acum cinci decade. Solurile afectate de salinizare prezintă conținuturi ridicate de cationi și anioni care, în general, influențează proprietățile fizice, chimice și biologice ale solului. Problema principală, în cazul acestor soluri, o constituie bilanțul neechilibrat între cantitățile de săruri introduse, respectiv eliberate din sol și care are ca efect o creștere, de regulă, neadecvată a concentrației de săruri solubile în sol. Termenul de „săruri” cuprinde toți compușii care, nativ sunt prezenți în sol și care nu constituie potențiali contaminanți.

Prin termenul de *soluri salinizate sau sărăturate* se înțelege totalitatea solurilor afectate în sens negativ de prezența unor săruri ușor solubile, indiferent de forma și intensitatea în care acestea se manifestă; sunt incluse în această categorie, atât solurile salinizate și cele sodizate (alcalizate) în diferite grade, cât și solurile salinizate și alcalinizate în același timp, indiferent de gradul de salinizare – sodizare (alcalizare).

Principalele procese reversibile specifice solurilor sărăturate sunt salinizarea – desalinizarea, alcalizarea – dezalcalizarea (sodizarea – desodizarea), la care se adaugă și procesele complexe de solonețizare și de sodizare.

Salinizarea reprezintă procesul de acumulare a unor săruri ușor solubile, care are ca efect creșterea conținutului total de săruri în sol (C_{tss}) sau a salinității solului. Îndepărtarea sărurilor ușor solubile din sol reprezintă *desalinizarea*, proces care nu este în totalitate reversibil.

Alcalizarea sau *sodizarea*, constă în îmbogățirea solului în sodiu adsorbit în complexul coloidal și se exprimă prin saturația solului în sodiu (V_{Na}), adică procentul de sodiu schimbabil în capacitatea de schimb cationic (T), notat de regulă prin simbolul ESP (% de Na schimbabil din T, în m.e./100 g sol). Alcalizarea sau sodizarea solului este însoțită și de o creștere a valorilor pH care are ca efect alcalinizarea solului asociată adesea cu apariția sodei (carbonatului și bicarbonatului de sodiu).

Alcalinitatea reprezintă capacitatea solului de a accepta protoni, care conduc la diminuarea concentrației de hidrogen și creșterea celei de hidroxid; se exprimă prin valori pH (alcaline) în cazul alcalinității actuale și prin alcalinitate de titrare (față de fenolftaleină), în m.e./100 g sol, în cazul alcalinității totale. Alcalinitatea (sodicitatea) include, dacă este cazul și bicarbonatul sau carbonatul de sodiu prezenți în sol. Diminuarea sau îndepărtarea alcalizării prin înlocuirea sodiului din complex sau din dicarbonatul sau carbonatul de sodiu cu calciul, reprezintă fenomenul de dezalcalizare sau desodizare însoțit evident și de o scădere a alcalinității solului.

Sărăturarea este procesul combinat de salinizare și de alcalizare (sodizare), adesea și de alcalinizare, care se dezvoltă concomitent în soluri, cu intensități variate, interconținându-se puternic în funcție de concentrația și de compoziția sărurilor solubile existente.

Alcalinizarea exprimată ca pH (alcalinitatea actuală) depinde atât de valorile ESP (SAR) a solului care influențează reacția solului prin creșterea valorilor pH, cât și de conținutul de săruri solubile care afectează în sens invers reacția solului prin diminuarea valorilor pH; din acest motiv, alcalinitatea solului apare ca un proces derivat al salinizării și sodizării (adică al sărăturării), depinzând de raportul dintre ESP și Ctss, ca și de natura sărurilor prezente, fiind dificil de estimat.

Solonețizarea, echivalentă în trecut cu alcalizarea, este considerată în prezent un proces mai complex, în urma căruia se formează tipul de sol soloneț, în care pe lângă alcalizare (sodizare) participă și alte procese cum ar fi dispersia masei solului și migrarea argilei din orizontul superior, cu diferențierea pe profil a unui orizont B_{tna} și uneori a unui orizont E (eluvial), formarea unei structuri columnare specifice în orizontul B_{tna} etc. De aceea se consideră improprie denumirea de subtip de sol solonețizat pentru solurile care prezintă doar o sodizare a unui suborizont, fără celelalte attribute menționate pentru solonețizare; corectă este denumirea de subtip de sol sodizat (alcalizat).

Solodizarea reprezintă un proces de evoluție a solonețului, caracterizat prin îndepărtarea aproape completă a sodiului schimbabil și pătrunderea hidrogenului în complexul coloidal, intensificarea migrării argilei în orizontul B_t, alterarea mai avansată a substratului mineral frecvent în condiții de exces stagnant de umiditate temporară (feroliză), diferențierea intensă a profilului etc., evoluție posibilă ca urmare a drenării teritoriului datorită, de regulă, fragmentării reliefului.

1.1.1. Efecte asupra plantei și solului

Problemele principale care pot surveni ca efect al manifestării proceselor de salinizare sunt diverse. Creșterea salinității în sol determină mărirea presiunilor osmotice în soluția solului și apariția stresului de apă pentru planta de cultură. În astfel de situații, planta cultivată nu are capacitatea de

a extrage apa din sol necesară creșterii și dezvoltării în condiții optime. De asemenea, bilanțul neechilibrat al raportului dintre cationii monovalenți (de sodiu) și cei cu valențe mai ridicate influențează în sens negativ conținutul de materie organică și stabilitatea structurală a solului. În cazuri particulare, stabilitatea structurală a solului poate fi deteriorată în mod ireversibil cu efecte indirecte asupra proprietăților hidrofizice și în final asupra stării sale de fertilitate și productivitate.

Solurile salinizate prezintă raporturi între cationii monovalenți și cei bivalenți neadevate, categorie în care sunt incluse și solurile sodice sau alcalice. Compoziția neadevată a sărurilor influențează în mod direct creșterea și dezvoltarea plantei cultivate; pot apărea efecte de toxicitate pentru plantă, sau planta nu poate prelua din sol elementele esențiale, respectiv nutrienții necesari pentru creșterea și dezvoltarea acesteia la parametrii optimi. Totodată, ca efect al prezenței în concentrații ridicate ale ionilor reactivi, pH-ul solului se modifică influențând chimia ionilor din soluția solului, care poate determina în mod direct și/sau indirect toxicitate, deficiența de nutrienți etc.

1.1.2. Cauze

Problemele de salinitate/sodicitate sunt determinate de prezența unor concentrații ridicate de săruri în sol. În cele mai multe cazuri, acumularea sărurilor în sol provine din două surse majore:

- apa de infiltrație (din precipitații, apa de irigație sau din apele de suprafață);
- apa ridicată prin capilaritate (din pânza freatică).

Formarea solurilor salinizate este determinată atât de cauze naturale, cât și de factorul antropic, respectiv managementul necorespunzător al apei. Sursa de salinizare primară o constituie alterarea naturală a depozitelor de săruri fosile. Sursa salinizării secundare o constituie activitatea umană, cum ar fi, irigația sau scurgerile neadevate de apă reziduală municipală. Efectele unui drenaj slab, concentrația de săruri indigenă, nivelul ridicat al apei freactice au ca efect mobilizarea și acumularea sărurilor în zona radiculară și chiar în orizonturile de suprafață ale solurilor.

Mecanismul principal care determină acumularea sărurilor în solurile agricole irigate îl constituie evapotranspirația, care are ca efect concentrarea sărurilor în apa rămasă în sol (Corwin și al., 2007). Această situație este frecventă îndeosebi în regiunile semiaride și aride. În astfel de zone aprovizionarea cu apă este un factor limitativ pentru creșterea și dezvoltarea plantei cultivate. Dacă lipsa de apă este suplinită în cantități suficiente de apa din irigații, nu înseamnă că nu există un risc potențial de acumulare a sărurilor în sol.

Pericolul formării solurilor salinizate și problema remedierii acestora diferă la nivel regional datorită diferențelor privind:

- sursa și calitatea apei din precipitații și irigații;
- nevoia de evapotranspirație a plantei cultivate;
- calitatea și nivelul apei freactice;
- textura și compoziția minerală a solului;
- variațiile temporale și sezonale în așa-zisa deshidratare a solului;
- spălarea naturală sau dirijată a sărurilor în apa freatică sau prin sistemele de drenaj.

1.1.3. Management

În condițiile în care arealele cu risc ridicat la salinizare sunt cunoscute, întrebarea care se pune se referă la managementul acestor soluri. Un management inadecvat are ca efect extinderea arealelor salinizate (cu salinizare secundară). Metodologiile de estimare a riscului la salinizare nu includ și managementul solurilor afectate de astfel de procese, deși acest aspect este foarte important în cazul arealelor care nu prezintă un risc direct, dar pot fi afectate pe termen lung de salinizare.

Sunt trei modalități privind managementul solurilor saline.

- a) Prima metodă constă în deplasarea sau transportul sărurilor sub zona radiculară prin aplicarea unor cantități de apă care să depășească necesarul plantei cultivate. Această metodă are la bază conceptul cerinței de spălare.
- b) A doua metodă guvernată de condițiile de umiditate a solului combină cerința de spălare cu drenajul artificial.
- c) În cadrul celei de-a treia metode, sărurile pot fi spălate sau transportate din interiorul zonei radiculare în locații din sol unde nu constituie un potențial pericol. Această metodă este denumită ca fiind o acumulare dirijată de săruri. Trebuie menționat un lucru foarte important și anume că solurile salinizate nu pot fi ameliorate prin amendamente chimice, condiționatori de sol sau fertilizanți.

Sistemele de clasificare a solurilor salinizate diferă de la o țară la alta. Solurile afectate de săruri sunt în mod tradițional împărțite în trei categorii în funcție de gradul în care ele sunt saline sau sodice (alcalice) (Richards, 1954). Aceste categorii sunt stabilite ținând cont de conductivitatea electrică, de conținutul procentual de sodiu schimbabil și de pH-ul solului (Richards, 1954).

1.1.4. Practicieni

Problema solurilor salinizate implică, în principiu, mulți practicieni. Dintre aceștia, cei mai importanți sunt fermierii, al căror teren, respectiv recoltă pot fi afectate, apoi trebuie menționate autoritățile care se ocupă cu dirijarea controlată a apei și a irigațiilor, aceștia din urmă având

obligăția de a aplica măsuri preventive sau de remediere. Luând în considerare și utilizatorii sau practicienii care au viziuni diferite în ceea ce privește abordarea și perceperea proceselor de salinizare, se poate spune că la nivel regional și chiar național, datorită condițiilor specifice locale, această problemă este tratată în mod diferit.

1.2. Inventarul metodologiilor de estimare a riscului la degradare agrofizică prin salinizare existente în literatură și utilizate pe plan mondial

În acest capitol sunt prezentate diferite metode de estimare a riscului la degradare prin salinizare a solului stabilite în mod științific și utilizate la nivel mondial.

Diferite țări utilizează metodologii variate de estimare a riscului la degradare prin salinizare în funcție de circumstanțele locale (sol, climat, cadru politic), de interesele la nivel național, probleme similare fiind determinate de cauze diferite sau problematice comparabile fiind abordate în mod diferit de fiecare țară în parte. Ca o consecință, de-a lungul timpului au fost elaborate și aplicate numeroase metodologii de estimare a riscului la degradare prin salinizare, care însă, sunt departe de a putea fi armonizate, respectiv de a putea aborda un punct de vedere unitar. Oricum, fiecare dintre acestea prezintă avantaje, oamenii de știință și practicienii având posibilitatea de a învăța unul din experiența celuilalt și de a armoniza cei mai buni parametri și cele mai bune modalități de abordare. Trebuie menționat faptul că, nu există în prezent un punct de vedere comun, respectiv nu a fost încă stabilită *cea mai bună* metodologie de estimare a riscului la degradare prin salinizare, deoarece condițiile diferă de la o locație la alta, totuși pot fi explorate aspecte comune și specifice pentru fiecare situație individuală.

Un prim pas în evaluarea riscului îl constituie identificarea generală a respectivei amenințări și a arealelor cu risc de apariție a procesului negativ, în urma analizei datelor existente. Apoi trebuie identificate arealele cu risc la ridicat la salinizare, de preferat, utilizând modele bazate pe procese la rezoluții mari (Eckelmann și colab., 2006). În analizarea acestui scop nu sunt incluse celelalte areale, Eckelmann și colab., 2006, denumind acest procedeu ca fiind o abordare de nivel; prin termenul de nivel se înțelege scara, respectiv nivelul de detaliere a informației.

În general, există trei tipuri de abordare pentru identificarea arealelor cu risc:

- *calitativă*, utilizând cunoștințele de tip expert pentru evaluarea proceselor, formularea criteriilor și stabilirea arealelor cu risc;
- *cantitativă*, bazată pe date măsurate, care asigură o comparație relativă între valorile de bază și limitele maxim admise;

- *prin modelare*, utilizând modele de predicție a extinderii degradării solului, luând în considerare condițiile specifice locale.

Informația necesară pentru evaluarea riscului la salinizare depinde de modul de abordare utilizat. Oricum nu există o separație strictă între aceste abordări, integrarea metodelor mai sus-menționate fiind uneori de dorit și/sau chiar necesară. Modelarea, de exemplu, necesită validarea și calibrarea modelului, care implică existența măsurătorilor cantitative. De asemenea, modelele permit realizarea sistemelor de clasificare a rezultatelor obținute din abordările de tip calitativ și/sau cantitativ.

Într-un sens mai larg, metodologiile de estimare a riscului de degradare prin salinizare sunt bazate pe analizarea unor indicatori de evaluare a calității solului și apei. Astfel de indicatori au fost dezvoltați pentru a estima dacă un sol este sau nu (potențial) afectat în sens negativ de prezența săruri în concentrații neadecvate. Complexitatea acestor indicatori este diferită în funcție de situațiile existente la nivel local, regional etc. Trebuie să se realizeze o distincție clară între solurile amenințate de un anumit nivel al acumulării de săruri și acelea care sunt supuse unui risc datorat compoziției sărurilor acumulate.

În continuare vor fi prezentate metodologii de estimare a riscului la degradare a solului prin salinizare, care au fost dezvoltate cu mult timp în urmă și care iau în considerare diferiți parametri.

a) RAM 1: conductivitatea electrică a apei

Pentru a evalua pericolul de salinizare și luând în considerare faptul că acumularea de săruri în sol apare și ca efect al aplicării apei de irigație sau a infiltrației apei din precipitații sau a ridicării prin capilaritate a apei din pânza freatică, de foarte multe ori, se determină calitatea unor astfel de ape. Pentru a evita o supraestimare a concentrațiilor de săruri, a fost stabilită în cadrul acestei metodologii o relație între concentrația de săruri și conductivitatea electrică a apei (mS/cm) de 1:1. În funcție de această relație, conductivitatea electrică a apei a fost împărțită în diferite clase în ceea ce privește pericolul de salinizare a solului. O clasificare foarte utilizată este aceea stabilită de Laboratorul de Săruri al USDA (Richards, 1954) (tabelul 1).

Tabelul 1: Clasificarea conductivității electrice a apei din irigații pentru estimarea pericolului unor efecte negative de salinizare

Conductivitate electrică a apei (mS/cm)	Pericol de salinizare
0 – 0,25	Scăzut; utilizarea apei este în siguranță
0,25 – 0,75	Mijlociu; calitatea apei este la limită
0,75 – 2,25	Ridicat; apă nerecomandată a se utiliza
> 2,25	Foarte ridicat

b) RAM 2: compoziția soluției solului

Un alt indicator în funcție de care se poate considera că un sol este sau nu salinizat se referă la conductivitatea electrică a soluției solului. Procedul este similar cu cel anterior, dar implică pe de-o parte, o pastă a solului la un nivel vâscos, iar pe de alta o analiză de tip expert în ceea ce privește vulnerabilitatea plantei cultivate (tabelul 2).

Tabelul 2: Clasificarea conductivității electrice a pastei saturate a solului pentru estimarea pericolului unor efecte negative de salinizare

Conductivitate electrică (mS/cm)	Clasă	Efect
0 – 2	Nesalinizat	Neglijabil
2 – 4	Salinizare slabă	Reducere a recoltei unor plante sensibile
4 – 8	Salinizare mijlocie	Reducere a recoltei pentru multe plante
8 – 12	Salinizare foarte ridicată	Recoltă normală numai pentru plante tolerante la săruri
> 16	Salinizare extremă	Recoltă rezonabilă numai pentru plante foarte tolerante la săruri

c) RAM 3: vulnerabilitatea plantei

Este recunoscut, de multă vreme, faptul că plantele cultivate au toleranțe diferite la prezența unor concentrații de săruri din sol. De aceea, această metodologie a stabilit un sistem de clasificare pentru diferite plante de cultură (tabelul 3).

Tabelul 3: Vulnerabilitatea unor diferite plante la pericolul salinizării

Conductivitate electrică (mS/cm)	Plantă
2 – 4	Trifoi
3 – 4	Fasole, ridichi
4 – 10	În, porumb, ovăz, grâu, secară, castravete, mazăre, ceapă, morcov, cartof, salată, conopidă, varză, roșie
10 – 12	Spanac, asparagus, sfeclă roșie
10 - 16	Rapiță, sfeclă-de-zahăr, orz

d) RAM 4: cerința de spălare

Pentru a evalua pericolul de salinizare a solului, în prima metodologie prezentată a fost utilizată conductivitatea electrică a apei din irigații și/sau precipitații sau a apei ridicate prin capilaritate din pânza freatică. În a doua metodologie a fost utilizată compoziția soluției solului în realizarea sistemului de clasificare al riscului la salinizare. A fost însă dezvoltată o metodologie care utilizează

ambii indicatori în estimarea riscului la degradare a solului prin salinizare. A fost în fapt dezvoltată o ecuație care pune în evidență o relație între cei doi indicatori, cunoscută sub denumirea de „cerință de spălare”. Cerința de spălare poate fi definită ca fracția din apa infiltrată care trebuie să treacă prin stratul activ (zona radiculară) astfel încât să mențină salinizarea solului în limite care să nu afecteze în sens negativ cantitatea recoltei în condiții de echilibru asociate cu un bun management și o uniformitate a spălării.

Acest concept poate fi transformat în termenii unor proprietăți ușor măsurabile, cum ar fi conținutul de apă al solului la capacitatea de câmp și în pasta de sol saturată.

$$LR = \frac{D_{DW}}{D_{IW}} \approx \frac{w_{CC}}{W_{sat}} \cdot \frac{EC_{IW}}{EC_e} \quad \text{unde:}$$

D_{DW} – aportul de apă de drenaj în sol, mm/an;

D_{IW} – aportul de apă de irigație în sol, mm/an;

w_{CC} – conținutul de apă din sol la capacitatea de câmp, ca fracție de masă;

W_{sat} – conținutul de apă din sol la saturație, ca fracție de masă;

EC_{IW} – conductivitatea electrică a apei de irigație, mS/mm;

EC_e – conductivitatea electrică a pastei de sol saturată maxim admisă, mS/mm.

Cerința de spălare este de fapt o măsură a riscului unei posibile salinizări, nivel la care salinizarea devine constantă un timp îndelungat. Cerința de spălare cuantifică fracția minimă a apei de irigație aplicate, care trebuie să dreneze din stratul activ pentru a limita nivelul salinizării în această zonă.

Ecuația cerinței de spălare este larg utilizată în încercările de a regla și menține într-o limită admisă concentrația de săruri din sol. Utilizarea acestei ecuații nu are întotdeauna efectele scontate. Pe de-o parte, ecuația nu ia în considerare variabilitatea spațială a multor procese și a unor proprietăți ale solului. O modalitate prin care să se aibă în vedere toate aceste probleme ar fi introducerea unui nou indicator și anume „factorul de eficiență a spălării”.

e) RAM 5: conținutul procentual de sodiu schimbabil

Așa cum a mai fost menționat, pericolul salinizării nu este identic cu cel determinat de compoziția neechilibrată a sărurilor. Din acest punct de vedere este foarte important raportul dintre conținutul cationilor monovalenți (de Na și K) și cel al cationilor bivalenți (de Ca și Mg). Pentru a estima pericolul unei instabilități structurale a solului, a fost elaborat un nou concept denumit „procent de

sodiu schimbabil (din capacitatea de schimb cationic)”. Procentul de sodiu schimbabil cuantifică abundența relativă de sodiu (în principal) în comparație cu cationii bivalenți în complexul de schimb cationic și oferă o modalitate de evaluare a pericolului de instabilitate structurală a solurilor vulnerabile din acest punct de vedere.

$$ESP = \frac{\lambda_{Na}}{\lambda_T} \cdot 100\% \quad \text{unde:}$$

ESP – procentul de sodiu schimbabil;

λ_{Na} – conținutul de sodiu din complexul de schimb cationic;

λ_T – complexul total de schimb cationic.

Dacă ESP depășește 15 %, solul este denumit ca fiind sodic.

f) RAM 6: procentul de sodiu schimbabil/conductivitatea electrică a apei de irigații, din precipitații sau ridicată prin capilaritate din pânza freatică

În această metodologie este dezvoltat un concept prin care se estimează pericolul de sodicitate a solului. Procentul de sodiu schimbabil care rezultă poate fi aproximat utilizând conceptul SAR (raportul de adsorbție a sodiului din apa de irigație) prin ecuația:

$$\frac{ESP}{100 - ESP} = 0.015 \cdot SAR_{IW} \cdot \left[\frac{w_{CC}}{w_C} \cdot \frac{D_{IW}}{D_{DW}} \right]^{0.5} \quad \text{unde:}$$

ESP – procentul de sodiu schimbabil;

SAR_{IW} - raportul de adsorbție a sodiului din apa de irigație;

D_{DW} – aportul de apă de drenaj în sol, mm/an;

D_{IW} – aportul de apă de irigație în sol, mm/an;

w_{CC} – conținutul de apă din sol la capacitatea de câmp, ca fracție de masă;

w_C – conținutul de apă minim al solului înainte de aplicarea irigației.

Realizând o comparație cu ecuația cerinței de spălare, putem spune că această ultimă ecuație este proporțională cu $LR^{-0.5}$. Prin urmare, cerința de spălare poate fi exprimată în funcție de conductivitatea electrică a apei (pentru a stabili nivelul de salinizare a solului), dar și ca funcție de procent de sodiu schimbabil (pentru a stabili nivelul de sodicitate a solului).

g) RAM 7a: compoziția pastei de sol saturată și procentul de sodiu schimbabil sau raportul de adsorbție a sodiului din apa de irigație

Laboratorul de salinizare a solului USDA (Richards, 1954) a dezvoltat un sistem de clasificare a salinizării larg răspândit ulterior, care ia în considerare nivelul total de săruri estimat din conductivitatea electrică a extractului saturat (E_{ce} – mS/cm), exprimat în dS/cm la temperatura de 25°C și procentul de sodiu schimbabil sau raportul de adsorbție a sodiului (SAR). Astfel sunt stabilite clasele și intervalele de variație a acestor indicatori pentru solurile saline, saline-alcaline și alcaline (tabelul 4).

Tabelul 4: Clase de salinizare în funcție de nivelul total de săruri

Tip de sol	Proprietate a solului			
	SAR	ESP	pH	Ece (mS/cm)
Nesalin, nealcalin	< 13	< 15	< 8,5	< 4
Salin	< 13	< 15	< 8,5	< 4
Alcalin	> 13	> 15	> 8,5	> 4
Salin-alkalin	> 13	> 15	> 8,5	> 4

h) RAM 7b: compoziția pastei de sol saturată, procentul de sodiu schimbabil și pH-ul

Solurile afectate de săruri sunt împărțite în trei categorii mari depinzând de gradul în care acestea sunt saline sau sodice (alcalice) (Richards, 1954). Aceste categorii sunt stabilite în funcție de conductivitatea electrică a pastei de sol saturate (E_{ce}), procentul de sodiu schimbabil (ESP) și pH (Richards, 1954). Categoriile mai sus menționate au următoarele denumiri: i) saline, ii) saline-sodice, iii) sodice. Pentru ameliorarea fiecărei categorii de soluri în parte sunt necesare modalități de abordare diferite.

Tabelul 5: Clase de salinizare în funcție de conductivitatea electrică a pastei de sol saturate

Clasă	Ece (mS/cm)	ESP (%)	pH
Salin	> 4	< 15	< 8,5
Salin-sodic	> 4	> 15	< 8,5
Sodic	> 4	> 15	> 8,5

i) RAM 8: tipul de anioni

Sistemul dezvoltat în metodologia 7 nu face nici o distincție între tipurile de ioni, care să permită diferențierea între sărurile periculoase și cele nepericuloase. Comunitatea științifică rusească a dezvoltat un sistem de clasificare bazat pe tipurile de anioni (Plyusnin, 1964) (tabelul 6). În această modalitate de abordare, solurile afectate de săruri sunt clasificate în funcție de tipul de săruri, respectiv rapoartele anionilor de carbonat, sulfat și cloruri prezente în extractul de saturație al

solului. Deoarece nu toate sărurile sunt la fel de periculoase și prin urmare măsurile ameliorative diferă de la caz la caz este important să se cunoască distribuția spațială a solurilor afectate de săruri și compoziția acestora. Baza de Referință Mondială pentru Resursele de Sol utilizează această modalitate de abordare bazată pe ansamblele de anioni, distingând șase categorii de soluri afectate de săruri (Spaargaren, 1994 în: Metternicht, 2003, tabelul 7):

Tabelul 6: Săruri periculoase (deasupra liniei) și nepericuloase (sub linie) (Plyusnin, 1964)

NaCl	Na ₂ SO ₄	Na ₂ CO ₃	NaHCO ₃
MgCl ₂	MgSO ₄	MgCO ₃	Mg(HCO ₃) ₂
CaCl ₂	CaSO ₄	CaCO ₃	Ca(HCO ₃) ₂

Tabelul 7: Abordare a salinității în cadrul Bazei de Referință Mondială pentru Resursele de Sol, bazată pe ansamblele de anioni (Spaargaren, 1994)

Tip de sol	Categorie	Caracteristici
Soluri clorice	Soluri clorice acide	Cl >> SO ₄ > HCO ₃ , și Na >> Ca
	Soluri sulfato-clorice neutre	pH aproape neutru
Soluri sulfatice	Soluri sulfatice neutre	pH aproape neutru, Na >> Ca și SO ₄ >> HCO ₃ > Cl
	Soluri sulfatice acide	pH foarte scăzut (< 3,5)
	Soluri sulfato-bicarbonat alcaline	pH > 8,5, HCO ₃ > SO ₄ >> Cl și Na > Ca
	Soluri puternic alcaline	pH > 10, HCO ₃ >> SO ₄ >> Cl, Na >> Ca

j) RAM 9: clasificarea a două tipuri de sol

Clasificări pentru a le distinge. Două grupe principale: Solonceacul cuprinde solurile care conțin cantități mari de săruri și Solonețul care cuprinde solurile cu un bilanț neechilibrat al cationilor, cu abundență de cationi monovalenți de sodiu și conținuturi mici de cationi bivalenți de calciu și magneziu, care influențează în sens negativ stabilitatea structurală a solurilor.

1.3. Situația existentă la nivelul țării noastre în ceea ce privește problematica salinizării

1.3.1. Resursele de sol ale României

România este o țară de mărime medie având suprafața de 23,8 x 10⁶ hectare.

Presiunea umană asupra resurselor de sol este reflectată de proporția ridicată a terenurilor agricole (62,06%) și de folosirea aproape a întregului potențial de soluri arabile ale țării (>96%). Suprafața pe locuitor este de 0,65 ha terenuri agricole și 0,41 ha terenuri arabile.

Clasificarea terenurilor agricole după favorabilitate evidențiază că numai 2,8% (410.000 ha) sunt de clasa I, cu foarte puține limitări, 24,6% (3.656.000 ha) clasa a II-a, cu limitări puține, 20,8% (3.083.000 ha) clasa a III-a, cu unele limitări, 24,4% (3.621.000 ha) clasa a IV-a, cu limitări severe și 27,4% (4.067.000 ha) clasa a V-a, cu limitări foarte severe (tabelul 8).

Tabelul 8: Distribuția terenurilor agricole după clasele de favorabilitate

Clasa de favorabilitate	din care:							
	Agricol		Teren arabil		Pășuni și fâneți		Vii și livezi	
	10 ³ ha	%	10 ³ ha	%	10 ³ ha	%	10 ³ ha	%
Suprafața totală, din care în clasele de favorabilitate	14.837	100	9.361	100	4.937	100	501	100
I	410	2,8	355	3,8	54	1,1	2	0,2
II	3.656	24,7	3.353	35,7	220	4,5	83	15,3
III	3.083	20,8	2.364	25,1	597	12,1	122	22,3
IV	3.621	24,4	1.747	18,6	1.763	35,7	111	25,2
V	4.067	27,3	1.580	16,8	2.303	46,6	184	36,8

În ultimii ani au apărut schimbări semnificative în folosirea terenurilor în România.

Circa 12 milioane ha terenuri agricole, din care circa 80% terenuri arabile, sunt afectate de una sau mai multe limitări, cum sunt: seceta frecventă (7.100.000 ha), exces periodic de apă (3.781.000 ha), eroziunea hidraulică a solului (6.300.000 ha), alunecări de teren (702.000 ha), eroziune eoliană (378.000 ha), soluri saline și alcalice (614.000 ha), aciditate puternică și moderată (3.424.000 ha), conținut redus și foarte redus de humus (7.485.000 ha), conținut mic și foarte mic de fosfor accesibil (6.330.000 ha); conținut mic de azot total (5.110.000 ha), conținut mic de potasiu accesibil (787.000 ha), carențe de zinc (1.500.000 ha), poluare chimică a solului (900.000 ha), poluare cu petrol și apă sărată (50.000 ha), soluri degradate prin diverse lucrări (30.000 ha), ocuparea (acoperirea) cu reziduuri solide (25.000 ha) etc.

1.3.2. Condițiile climatice și fizico-geografice care favorizează apariția sărăturilor

Condițiile locale care favorizează acumularea sărurilor sunt clima, cu o perioadă de uscăciune în timpul verii, asociată cu forme depresionare de relief acumulativ și drenaj deficient al apelor freatice situate la adâncime mică. În aceste condiții este posibilă evaporarea apei urcate capilar din orizontul acvifer, fapt care are ca rezultat acumularea în stratul superior al solului a micilor cantități de săruri ușor solubile existente în diferitele sedimente.

Cele mai mari suprafețe cu salsodisoluri se întâlnesc în lunci neinundabile, terase joase și în sectoarele cele mai coborâte din câmpiile acumulative, slab fragmentate și slab drenate din cuprinsul

zonei de stepă și antestepă (Câmpia joasă a Tisei, Câmpia Română de N-E); în zona de pădure și anume în partea mai puțin umedă a acesteia, apar foarte rar.

Condițiile climatice ale teritoriului României nu sunt o cauză directă a formării salsodisolurilor (solonceacuri, solonețuri), aceste soluri apar numai în anumite condiții locale geomorfologice și hidrogeologice sau de rocă, ce favorizează dezvoltarea procesului de acumulare a sărurilor. Există totuși o corelație între condițiile climatice și formarea salsodisolurilor, acestea condiționând aria de repartiție și intervenind și în felul și cantitatea sărurilor acumulate în profilul de sol. Salsodisolurile apar pe suprafețe mai mari în climatul mai arid – de stepă – din câmpii. În zona de silvostepă, salsodisolurile ocupă suprafețe mult mai reduse, iar în zona forestieră suprafețe neînsemnate.

Salsodisolurile din zona de stepă se caracterizează prin cea mai mare cantitate de săruri acumulate pe profil, îndeosebi cloruri și sulfați.

În silvostepă și zona forestieră, pe măsură ce clima devine mai umedă scade cantitatea de săruri acumulate pe profil, în compoziția sărurilor predominând sulfatul de natriu și bicarbonatul (inclusiv carbonatul) de natriu sau uneori numai bicarbonatul. De asemenea, tipul de sărătură predominant se schimbă în general paralel cu creșterea umidității climatului de la solonceacuri la solonețuri sodice și sodizate.

Între condițiile geologico-geomorfologice și hidrogeologice și formarea salsodisolurilor există, de asemenea o corelație. Chiar în zona de stepă aridă, dacă relieful prezintă un bun drenaj natural, iar apa freatică este la mare adâncime nu apar salsodisolurile. Acolo însă, unde relieful condiționează un drenaj deficient, iar apa freatică în general mineralizată este situată la mică adâncime, apar frecvent și pe suprafețe relativ mari salsodisoluri.

Unitățile geomorfologice cu drenajul cel mai slab se caracterizează prin cea mai largă răspândire a sărăturilor în care tind să se acumuleze cele mai mari cantități de săruri ușor solubile.

În alte cazuri, apariția sărurilor este legată direct de prezența unor roci bogate în săruri ușor solubile. Aceste roci salifere joacă un rol important și în determinarea tipului de salinizare, atât în cazul solurilor formate direct pe ele, cât și în cazul salsodisolurilor din regiunile limitrofe ariei de repartiție a rocilor salifere respective. Astfel, caracterul predominant cloruro-sulfatic al salsodisolurilor din partea nord-estică a Câmpiei Române este datorat aportului de cloruri adus de râurile care străbat zona cutelor diapire a Subcarpaților de Curbură și transmis orizonturilor acvifere și sedimentelor de suprafață.

Influența depozitelor de origine marină (sau a apelor marine) în determinarea chimismului sărăturilor se resimte de-a lungul litoralului și în deltă, unde în compoziția sărurilor acumulate în soluri predomină net clorurile.

1.3.3. Procedee de descriere a solurilor afectate de salinizare în România

Solurile saline și alcalice denumite cu termenul general de “sărături” fac parte din clasa salsodisoluri și sunt soluri a căror fertilitate este puternic afectată de conținutul mare de săruri solubile pe profil, de prezența natriului schimbabil în complexul coloidal al solului și de prezența apelor freatice mineralizate situate la adâncime mică.

Salsodisolurile au ca orizont diagnostic un orizont salic (sa) sau un orizont natric (na) în partea superioară (primii 50 cm). Aceste orizonturi diagnostice („sa” sau „na”) sunt asociate orizonturilor principale A ocric, A molic, sau orizonturilor A și B cambic sau Bargic natric.

Clasa salsodisolurilor cunoscută sub denumirea de „Clasa solurilor halomorfe” în sistemul Român de Clasificare a solurilor (SRCS-1980), cuprinde două tipuri de sol: solonceac și soloneț. Limita superioară a orizonturilor diagnostice (salic la solonceac și natric la soloneț) a fost extinsă de la adâncimea de 20 cm (în SRCS-1980), la 50 cm în Sistemul Român de Taxonomie a Solurilor (SRTS-2003), (Blaga și colab., 2005).

Solonceacurile, denumite popular „sărături albe” (solonceacuri cu crustă) și „chelituri”, sunt constituite dintr-un orizont A ocric sau A molic și un orizont intermediar la care se asociază orizontul salic „sa”. Limita superioară a orizontului salic se găsește în partea superioară a profilului de sol pe adâncimea de 0-50 cm.

În Sistemul Român de Taxonomie a Solurilor (2003), definiția solonceacurilor nu s-a modificat față de SRCS-1980; dar a fost extins intervalul de adâncime în care se încadrează limita superioară a orizontului salic (de la 0-20 cm la 0-50 cm adâncime). *Solonețurile*, denumite și „soluri alcalice”, „soluri alcaline”, „sărături negre”, sunt constituite dintr-un orizont A ocric (Ao) sau A molic (Am) urmat de un orizont argic natric (Bt_{na}). Între orizonturile A (ocric sau molic) și orizontul Bt_{na} poate fi prezent uneori un orizont eluvial-luvic sau albic (El sau Ea).

La defnirea solonețurilor limita superioară a orizontului natric a fost extinsă, față de Sistemul Român de Clasificare a Solurilor - 1980, de la intervalul de adâncime de 0-20 cm la intervalul de 0-50 cm. Orizontul natric este un orizont mineral de asociere al cărui complex adsorbativ argilo-humic este saturat în sodiu schimbabil în proporție mai mare de 15% din capacitatea de schimb cationic.

1.3.4. Distribuția solurilor afectate de salinizare în România

Principalele tipuri de sol afectate de salinizare sunt solonceacurile, solonețurile și solurile salinizate sau alcalizate; o categorie specială o constituie solurile neafectate de salinizare, dar care prezintă risc potențial de salinizare în anumite condiții de management al solului și apei.

În România, solurile saline au fost identificate în 29 din cele 41 de județe ale țării. Suprafața totală a acestor soluri este de 614.000 ha (tabelul 9). În general, sub influența condițiilor naturale, solurile saline sunt amplasate în terenurile joase, în areale depresionare cu drenaj natural redus și uneori, pe terenuri înalte (soluri saline de pantă). În condiții de irigare, ca rezultat al creșterii nivelului apelor freatice, riscul de salinizare apare în profilul de sol, în special în solurile cu apa freatică situată la mică adâncime și în condiții de secetă (tabelul 10).

Solonceacurile și solonețurile apar în România în două condiții de mediu distincte:

- În câmpurile joase, slab drenate, cu apa freatică superficială și cu conținut ridicat în săruri, situate în zone climatice de la sub-aride la sub-umede, în depozite aluviale, proluviale, loessoide ori nisipoase.
- Legate de substratul geologic al vechilor depozite terțiare marine (saline), care sunt amplasate în unele regiuni de câmpie sau dealuri, indiferent de condițiile climatice (dar nu unele prea umede).

Solonceacurile ocupă 64.250 ha, în areale mici, în special în partea cea mai uscată a țării (sub 450 mm precipitații, dar cu ≥ 600 mm evapotranspirație) și sunt conectate la terenurile de luncă sau depresionare, care au apa freatică la mai puțin de 1,5m adâncime și puternic salinizată (>15 g/l).

Tabelul 9: Suprafața solurilor afectate de salinizare în România (mii ha)

Regiunea geografică	Județul	Soluri							
		Saline		Afectate		Total		Potențial	
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Câmpia Română (suprafața totală) 5228,70 (100 %)	Brăila	21,00		47,00		68,00			
	Buzău	29,25		31,75		61,00			
	Călărași	1,50		7,50		9,00			
	Dolj	6,00		8,00		14,00			
	Giurgiu	1,00		2,50		3,50			
	Ialomița	6,50		19,50		26,00			
	Mehedinți			1,00		1,00			
	Olt	1,00		4,00		5,00			
	Prahova	2,50		6,50		9,00			
	Teleorman	1,50		2,60		4,10			
	Total	70,25	1,35	130,35	2,49	200,60	3,84	611	11,69
Câmpia de Vest 2814,30 (100%)	Arad	25,00		31,00		56,00			
	Bihor	9,00		21,00		30,00			
	Satu Mare	4,05		14,95		19,00			
	Timiș	31,70		38,50		70,00			
	Total	69,75	2,45	105,25	3,71	175,00	6,16	400	14,08

<i>continuare</i>									
Moldova 2510,30 (100%)	Botoșani	7,90		22,10		30,00			
	Galați	4,40		8,60		13,00			
	Iași	10,00		28,00		38,00			
	Vaslui	5,80		14,20		20,00			
	Vrancea	3,50		9,50		13,00			
	Total	31,60	1,26	82,40	3,28	114,00	4,54	135	5,38
Transilvania 4816,40 (100%)	Alba			3,80		3,80			
	Bistrița Năsăud	0,40		1,20		1,60			
	Brașov			1,00		1,00			
	Caraș – Severin	0,40		1,60		2,00			
	Cluj	0,60		5,40		6,00			
	Mureș			2,00		2,00			
	Sălaj			2,00		2,00			
	Sibiu	0,20		1,80		2,00			
	Total	1,60	0,03	18,80	0,39	20,40	0,42	30	0,62
Dobrogea 1557 (100%)	Constanța	4,50		11,50		16,00			
	Tulcea	31,00		57,00		88,00			
	Total	35,50	2,28	68,50	4,4	104,00	6,68	45	2,89
Total general	16953,7 100	208,70	1,23	405,30	3,39	614,00	4,62	1221	7,20

Tabelul 10: Principalele tipuri de soluri afectate de sărăturare

<i>Categoriile de soluri</i>	<i>Suprafețe corespunzătoare (mii ha)</i>
<i>A. Soluri sărăturate (halomorfe)</i>	<i>208,70</i>
Din care: Solonchacuri	64,25
Solonețuri	144,45
<i>B. Soluri afectate de sărăturare</i>	<i>405,30</i>
Din care: Cernoziomuri	80,35
Vertosoluri + Pelosoluri	6,16
Gleiosol	100,10
Aluviosoluri	146,70
Psamosoluri + erodosoluri	71,99
Total soluri cu salinizare actuală	614,00
<i>C. Soluri cu potențial de degradare prin sărăturare</i>	<i>1221,00</i>

După datele ICPA, citate de Blănaru și colab. 1998.

Sunt răspândite în Delta Dunării (mai apar unele intruziuni de apă marină) și în partea de est a Câmpiei Joase a Dunării (Valea Călmățuiului și Lunca Siretului). Sunt soluri cu textură medie, au un conținut de săruri mai mare de 1%, au pH-ul de 8,3-8,5, iar activitatea biologică este redusă.

Solonețurile ocupă 144.450 ha și sunt mai larg răspândite decât solonchacurile. Apar în principal în zonele sub-umede (400-600 mm precipitații, >600 mm evapotranspirație) și ocupă arealul dispersat

corespunzător liniilor joase și formelor de teren depresionare, cu ape freatice mai adânci (1,5-2,5 m) și mai puțin saline (<15 g/l) decât solonceacurile. Ele sunt distribuite în Câmpia Română - lunca Dunării, Câmpia de Vest – lunca Tisei, în luncile inferioare ale râurilor și în Câmpia Moldovei.

Spre deosebire de solonceac, solonețul este caracterizat printr-un profil diferențiat textural și are un procent ridicat de sodiu schimbabil (>15% din capacitatea de schimb cationic) în orizontul natric, cu structură columnară și un pH de 8,5-10,0.

Proprietățile fizice și chimice ale solonceacurilor și solonețurilor le fac nepretabile pentru culturi. În general, aceste soluri sunt folosite numai ca pășuni de slabă calitate.

Solurile salinizate și/sau alcalizate (sodicizate) ocupă 405.300 ha și includ o mare varietate de tipuri de sol, de exemplu, soluri aluviale, soluri gleice, vertisoluri și cernoziomuri cu apa freatică superficială (< 3 m adâncime) și mineralizată. Ele sunt răspândite, în principal, în partea de est a luncii Dunării în Câmpia Română și Câmpia de Vest (Tisa). Conținutul de săruri și/sau sodiu schimbabil este mai mic de 1% și respectiv mai mic de 15% în orizonturile superioare.

Solurile cu salinizare potențială ocupă 1.221.000 ha și includ aproape toate solurile din zonele sub-aride și aride din România, cu apa freatică salinizată și aflată la adâncime mai mică de 5 m. Ele sunt situate, în principal, în lunca Dunării în Câmpia Română și Câmpia de Vest (Tisa), fiind reprezentate de subtipul gleizat al cernoziomurilor dezvoltate pe depozite loessoide și aluviale.

O caracteristică importantă a solurilor în România o constituie conținutul relativ redus de gips al solurilor, precum și conținutul relativ ridicat de carbonați de calciu și magneziu (în special în orizonturile profunde). Ca urmare a acestui fapt, aceste soluri au o rezistență relativ redusă la procesele de salinizare, în special la alcalizare-salinizare sodică. De aici rezultă că fiecare regiune geografică din România prezintă unele caracteristici particulare geologice, litologice, hidrogeologice și biologice, care influențează migrarea și acumularea sărurilor în soluri și apele freatice.

În acord cu aceste particularități, în România au fost identificate 6 regiuni naturale, care sunt caracterizate prin aspecte specifice privind tipul și intensitatea salinizării solului și procesele de mineralizare a apelor freatice, ca și prin direcțiile particulare de acumulare a sărurilor numite clorurice, sulfato-clorurice, cloruro-sulfatice, sodo-sulfatice, sulfato-sodice și sodice.

Din acest motiv, în scopul stabilirii măsurilor adecvate pentru ameliorarea solurilor afectate de salinizare, este necesar să luăm în considerare atât caracteristicile terenului, cât și impactul oamenilor asupra terenurilor.

Salinizarea indusă de om nu poate fi evaluată cu acuratețe încă, fiind de mică importanță. Totuși, chiar în unele areale cu soluri saline, unele procese de salinizare secundară pot apărea ca rezultat al activităților umane (Blănaru și colab., 1986, Dumitru și colab., 1989, Toti și colab., 1999, Elisabeta Dumitru și colab., 1999).

Spre exemplu, sunt unele suprafețe limitate cu soluri afectate de salinizare secundară cauzată de:

- lipsa de grijă în asigurarea unui sistem de drenaj corespunzător în sisteme de irigație, în special în arealele cu apă freatică mineralizată și superficială;
- lucrările de control a inundațiilor, fără lucrări adecvate de irigație și drenaj, în zonele caracterizate printr-un regim arid și apă freatică mineralizată și aproape de suprafață;
- irigarea cu apă mai mult sau mai puțin sărăturată, preluată din lacuri sau râuri (județele Buzău, Ialomița, Brăila și Teleorman);
- irigarea cu ape uzate orășenești (județul Constanța);
- irigarea excesivă cu ape uzate provenite din fermele zootehnice (județul Constanța);
- poluarea solului cu petrol și apă sărată, provenită din extracția petrolului (județele Teleorman, Giurgiu, Ialomița, Cășărași, Brăila, Galați, Dâmbovița, Argeș, Olt, Dolj, Gorj, Timiș, Arad, Bihor, Bacău etc.);
- irigarea cu ape uzate provenite din industrie, în special tăbăcării (județul Giurgiu);
- abandonarea cultivării orezului pe solurile afectate de salinizare ameliorate, cu apa freatică mineralizată și aflată aproape de suprafața solului, fapt care dă cale liberă proceselor de salinizare și alcalizare;

În general, suprafețele cu soluri afectate de salinizare sunt caracterizate printr-un nivel scăzut de dezvoltare socio-economică și un standard de viață redus, comparativ cu arealele înconjurătoare.

Impactul biofizic și socio-economic produs de solurile saline este reflectat și în slaba biodiversitate a zonelor afectate, precum și prin veniturile foarte mici ale fermierilor.

În perioada de tranziție de la fostul sistem socio-economic centralizat la economia de piață liberă, nu s-a dat atenție stării solurilor afectate de salinizare ameliorate, ceea ce a condus la apariția unor probleme foarte serioase pentru astfel de soluri. De exemplu, într-un areal de câteva mii de hectare, cu astfel de soluri ameliorate, în absența preocupării de a aplica în continuare măsurile adecvate de ameliorare, se ajunge la o scădere semnificativă a producției culturilor.

1.4. Metodologie de estimare a riscului la degradare a solului prin salinizare aplicată la nivelul țării noastre

1.4.1. Procedeu de lucru pentru identificarea zonelor salinizate pe bazine hidrografice

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

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

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

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

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

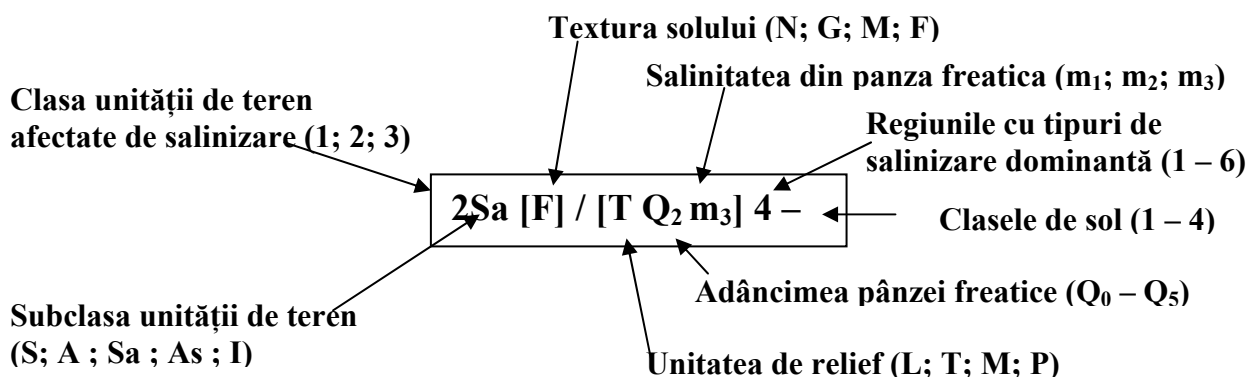
Pe această hartă au fost identificate solurile sărăturate și cu risc de salinizare, ținând cont de tipul și subtipul de sol, precum și de procesele de degradare care le afectează.

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

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

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

FORMULA UNITĂȚILOR DE TEREN AFECTATE DE SĂRĂTURARE



Explicația simbolurilor din formulă:

CLASELE DE UNITĂȚI DE TEREN AFECTATE DE SALINIZARE

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

SUBCLASELE DE UNITĂȚI DE TEREN AFECTATE DE SALINIZARE

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

GRUPELE TEXTURALE ALE SOLURILOR

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

UNITĂȚI DE RELIEF

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

ADÂNCIMEA APEI FREATICE

Q ₀	< 0,5 m	Q ₃	2 – 3 m
Q ₁	0,5 – 1 m	Q ₄	3 – 5 m
Q ₂	1 – 2 m	Q ₅	> 5 m

SALINITATEA DIN PÂNZA FREATICĂ

m ₁	<1.5 g/l
m ₂	1.5 – 2 g/l
m ₃	>2 g/l

REGIUNILE CU TIP DE SALINIZARE DOMINANTĂ

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

CLASELE DE SOLURI

- 1 Salsodisoluri (soluri puternic afectate de saraturare)**
 - Solonceacuri (litorale)
 - Solonceacuri și solonețuri
 - Solonețuri
 - Solonețuri și solonceacuri dezvoltate sau derivate din sedimente saline vechi (“reziduale”)
- 2 Soluri slab până la puternic afectate de sărăturare**
 - Soluri salinizate, uneori și sodicizate și local solonceacuri

- Soluri sodicizate, uneori și salinizate și local solonețuri
 - Soluri salinizate mlăștinoase
- 3 Soluri neafectate, dar susceptibile la saraturare**
- Limnosoluri și histosoluri, potențial acid-sulfatice
 - Soluri cu apă freatică, adesea sodicizate și salinizate în adâncime, local solonețuri din zone sub-umede (în afara luncilor)
 - Soluri de luncă, salinizate local din zone subaride-subumede
 - Soluri cu apă freatică, din zone umede
- 4 Soluri neafectate și nesusceptibile la sărăturare**
- Soluri de luncă din zone umede
 - Soluri neinfluențate de apă freatică, din zone subaride-subumede
 - Alte soluri
 - Mlaștini și lacuri

1.4.2. Rezultate obținute

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

Spațiul hidrografic Someș-Tisa

În acest spațiu hidrografic, totalul terenurilor slab afectate sau cu risc scăzut de salinizare, care necesită măsuri simple și unele lucrări de prevenire a salinizării, este de 40128 ha (figura 1).

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

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

SPATIUL HIDROGRAFIC SOMES-TISA

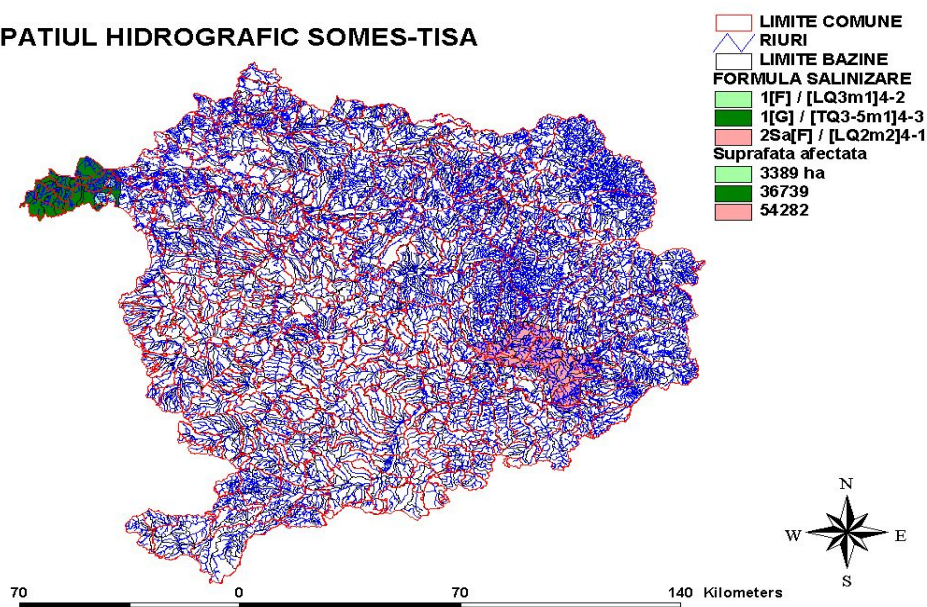


Figura 1: Spațiul hidrografic Someș-Tisa

Spațiul hidrografic al Crișurilor

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

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

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

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

Terenurile moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea

salinizarii, ocupă o suprafață totală de 19410 ha. Aceste terenuri sunt situate în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-sodic, pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2). O parte, 14380 ha, sunt situate pe soluri cu caracter dominant sodic și subsidiar salin, cu textură fină (14366 ha) sau medie (14 ha), iar 5030 ha pe soluri cu caracter dominant salin și subsidiar sodic.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

SPATIUL HIDROGRAFIC CRISURI

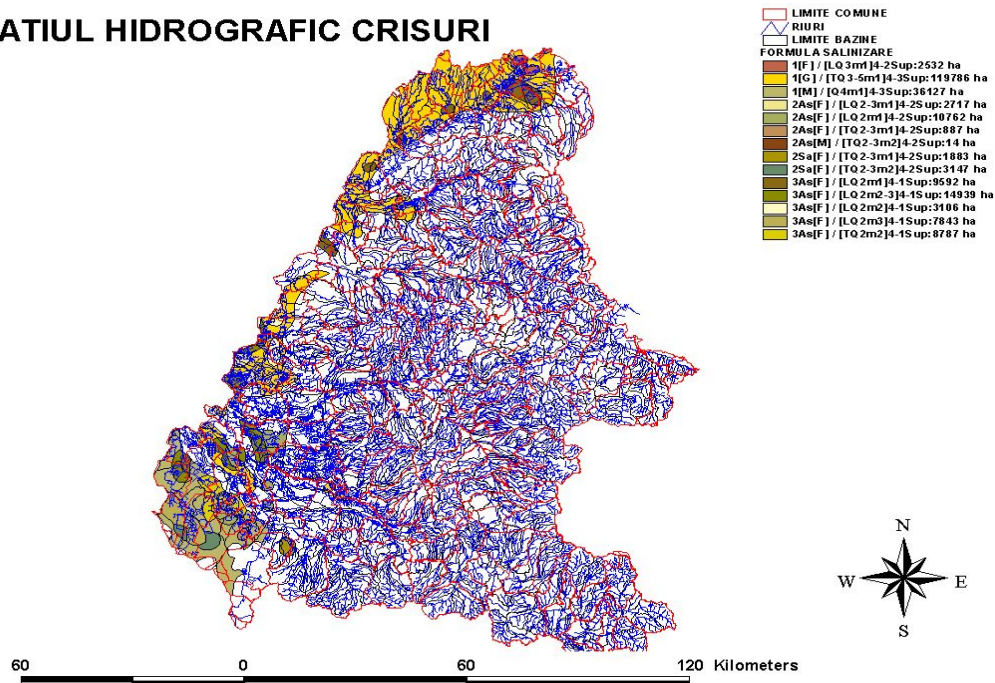


Figura 2: Spațiul hidrografic Crișuri

Spațiul hidrografic Banat

În acest spațiu hidrografic, totalul terenurilor moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 29853 ha (figura 3). Aceste terenuri sunt situate în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-sodic, pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), (2106 ha – pe soluri cu textură fină, 27747 – pe soluri cu textură medie).

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

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

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

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

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

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

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

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

SPATIUL HIDROGRAFIC BANAT

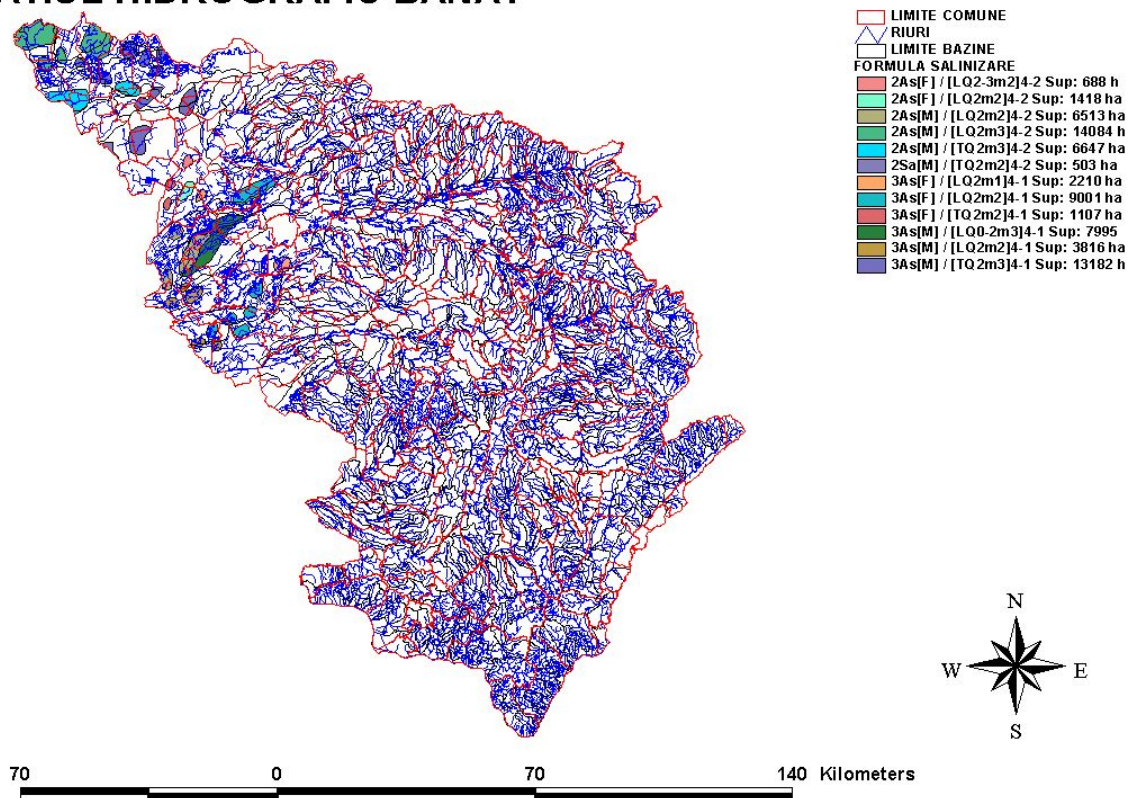


Figura 3: Spațiul hidrografic Banat

Spațiul hidrografic Mureș

În acest spațiu hidrografic, totalul terenurilor slab afectate sau cu risc scăzut de salinizare, care necesită măsuri simple și unele lucrări de prevenire a salinizării, este de 57303 ha (figura 4). Aceste

terenuri sunt situate în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-sodic, cu un grad de salinizare al apei freactice mai mic decât 1.5 g/l, pe soluri neafectate, dar susceptibile la sărăturare (clasa 3).

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

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

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

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

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

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

SPATIUL HIDROGRAFIC MUREȘ

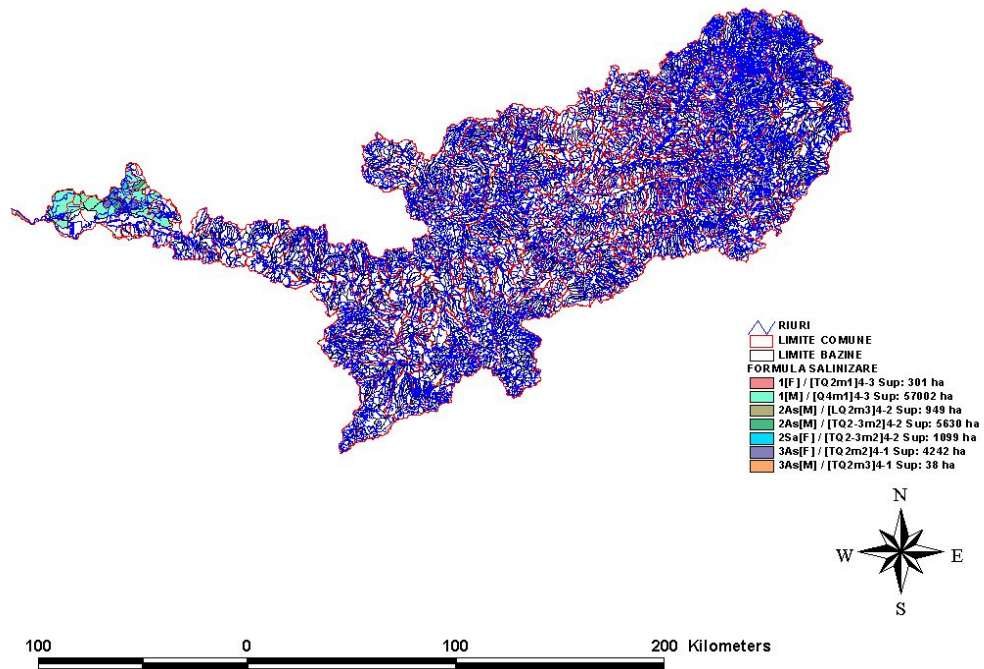


Figura 4: Spațiul hidrografic Mureș

Spațiul hidrografic Jiu

În acest spațiu hidrografic, totalul terenurilor slab afectate sau cu risc scăzut de salinizare, care necesită măsuri simple și unele lucrări de prevenire a salinizării, este de 101619 ha (figura 5). Aceste terenuri sunt situate în zone cu salinizare dominantă de tip sodic, cu un grad de salinizare al apei freatice mai mic decât 1.5 g/l, pe soluri neafectate, dar susceptibile la sărăturare (clasa 3). Din totalul terenurilor slab afectate sau cu risc scăzut de salinizare de 101619 ha, 85648 ha sunt ocupate de terenuri situate în lunci, apa freatică fiind situată la adâncimi cuprinse între 2 și 3 m, fiind situate pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu texturi de la fină la medie.

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

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

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

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

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

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

SPATIUL HIDROGRAFIC JIU

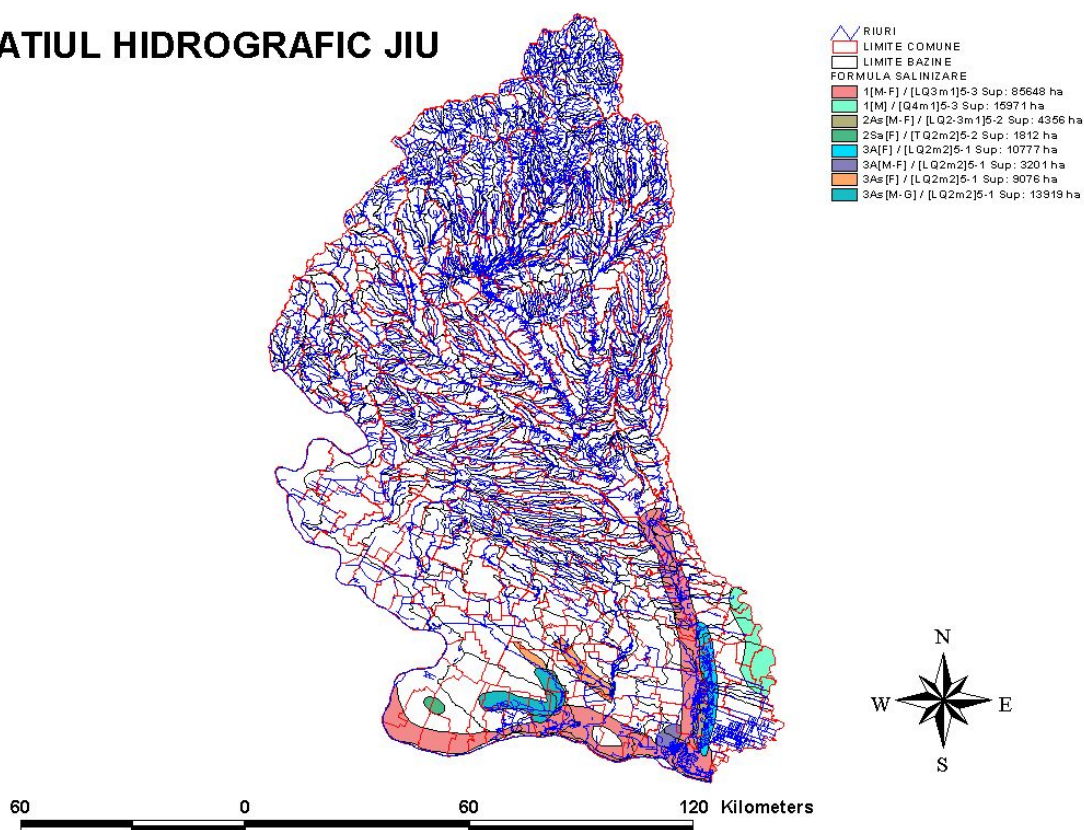


Figura 5: Spațiul hidrografic Jiu

Spațiul hidrografic Olt

În acest spațiu hidrografic, totalul terenurilor slab afectate sau cu risc scăzut de salinizare, care necesită măsuri simple și unele lucrări de prevenire a salinizării, este de 172731 ha (figura 6). Aceste terenuri sunt situate în zone cu salinizare dominantă de tip sodic, cu un grad de salinizare al apei freactice mai mic decât 1.5 g/l, pe soluri neafectate, dar susceptibile la sărăturare (clasa 3). Din totalul terenurilor slab afectate sau cu risc scăzut de salinizare de 172731 ha, 89506 ha sunt ocupate de terenuri situate în lunci, apa freatică fiind situată la adâncimi cuprinse între 2 și 3 m, fiind situate pe soluri neafectate, dar susceptibile la sărăturare (clasa 3), cu texturi de la fină la medie.

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

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

SPATIUL HIDROGRAFIC OLT

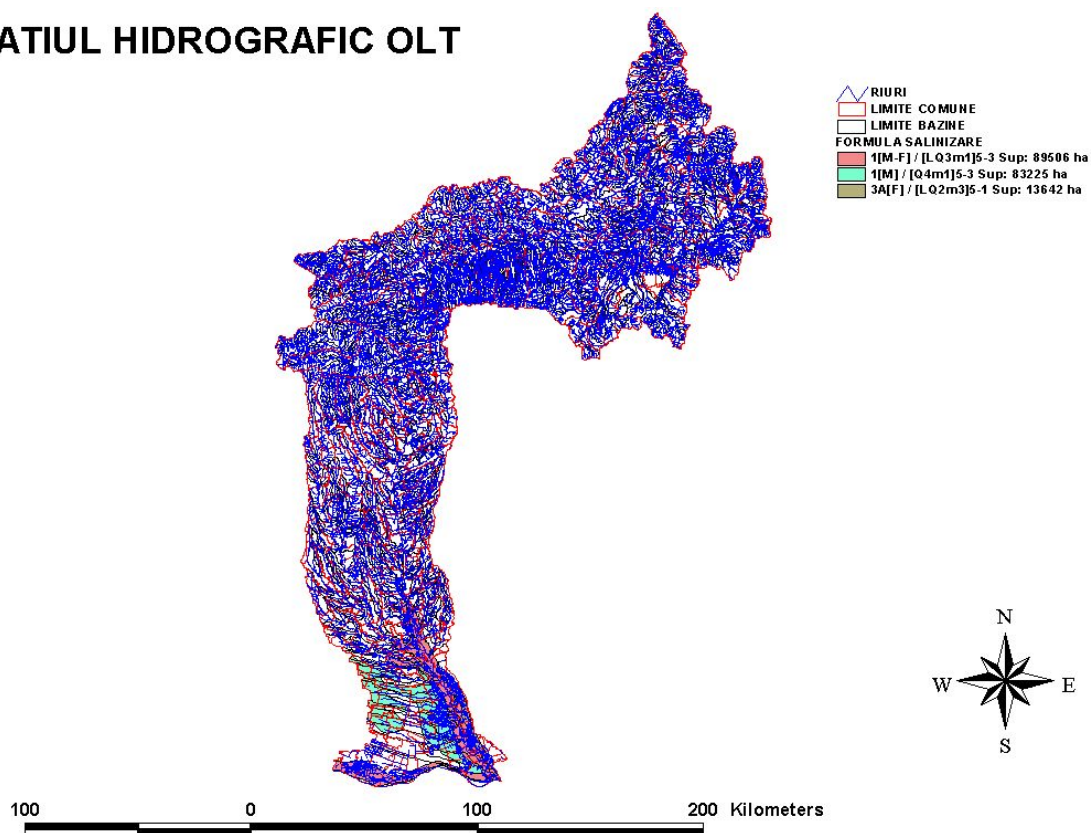


Figura 6: Spațiul hidrografic Olt

Spațiul hidrografic Argeș-Vedea

În acest spațiu hidrografic, totalul terenurilor slab afectate sau cu risc scăzut de salinizare, care necesită măsuri simple și unele lucrări de prevenire a salinizării, este de 176307 ha (figura 7). Aceste terenuri sunt situate în zone cu salinizare dominantă de tip sodic, apa freatică fiind situată la adâncimi cuprinse între 2 și 3 m, cu un grad de salinizare al apei freactice mai mic decât 1.5 g/l, pe soluri neafectate, dar susceptibile la sărăturare (clasa 3). Din acestea, 35564 ha sunt ocupate de terenuri situate pe câmpii și terase în lunci, pe soluri neafectate, dar susceptibile la sărăturare (clasa 3), cu textură fină; iar 140743 ha sunt ocupate de terenuri situate în lunci, pe soluri neafectate dar susceptibile la sărăturare (clasa 3), cu textură fină spre medie.

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

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

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

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

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

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

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

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

SPATIUL HIDROGRAFIC ARGES-VEDEA

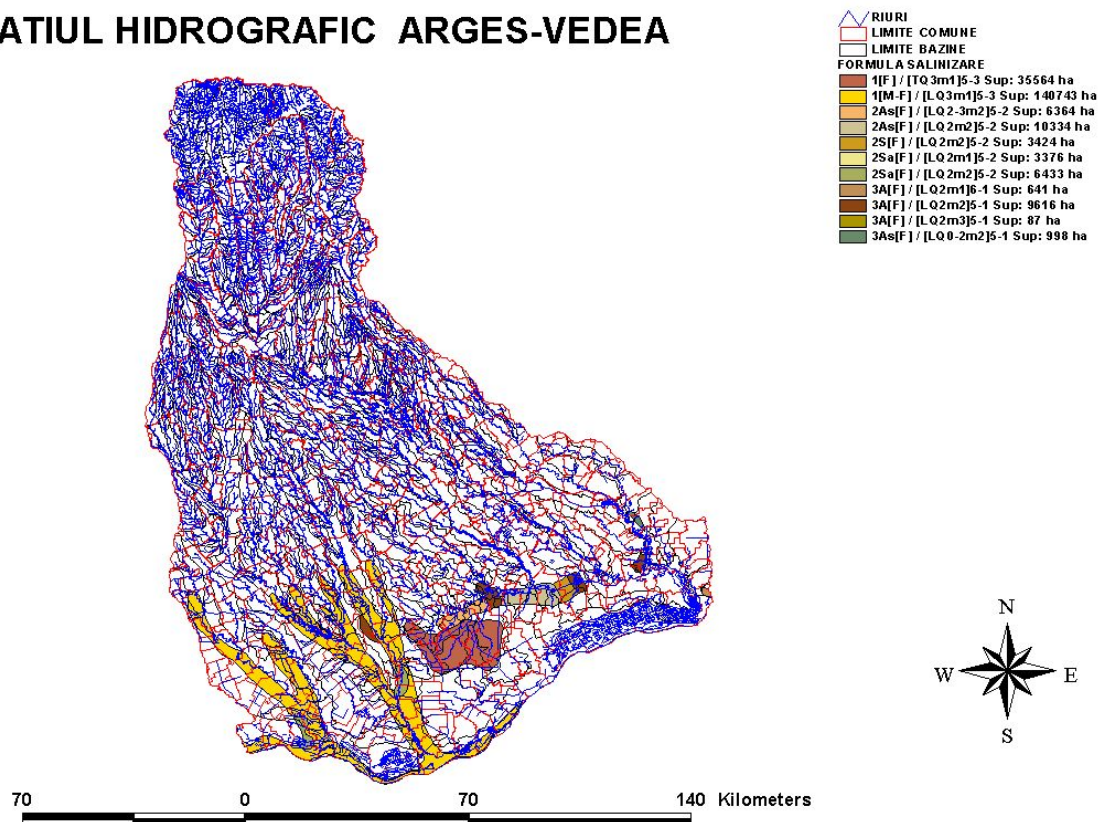


Figura 7: Spațiul hidrografic Argeș-Vedea

Spațiul hidrografic Buzău - Ialomița

În acest spațiu hidrografic, totalul terenurilor slab afectate sau cu risc scăzut de salinizare, care necesită măsuri simple și unele lucrări de prevenire a salinizării, este de 88360 ha (figura 8). Aceste terenuri sunt situate în zone cu salinizare dominantă de tip sodic, apa freatică fiind situată la adâncimi cuprinse între 3 și 5 m, cu un grad de salinizare al apei freatice mai mic decât 1.5 g/l, pe soluri neafectate, dar susceptibile la sărăturare (clasa 3), cu textură medie.

Terenurile moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 51020 ha. Din totalul terenurilor moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, 7376 ha sunt situate pe câmpii și terase, pe soluri slab până la

puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu caracter dominant sodic și subsidiar salin, iar 43644 ha pe soluri cu caracter dominant salin și subsidiar sodic.

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

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

SPATIUL HIDROGRAFIC BUZĂU-IALOMITA

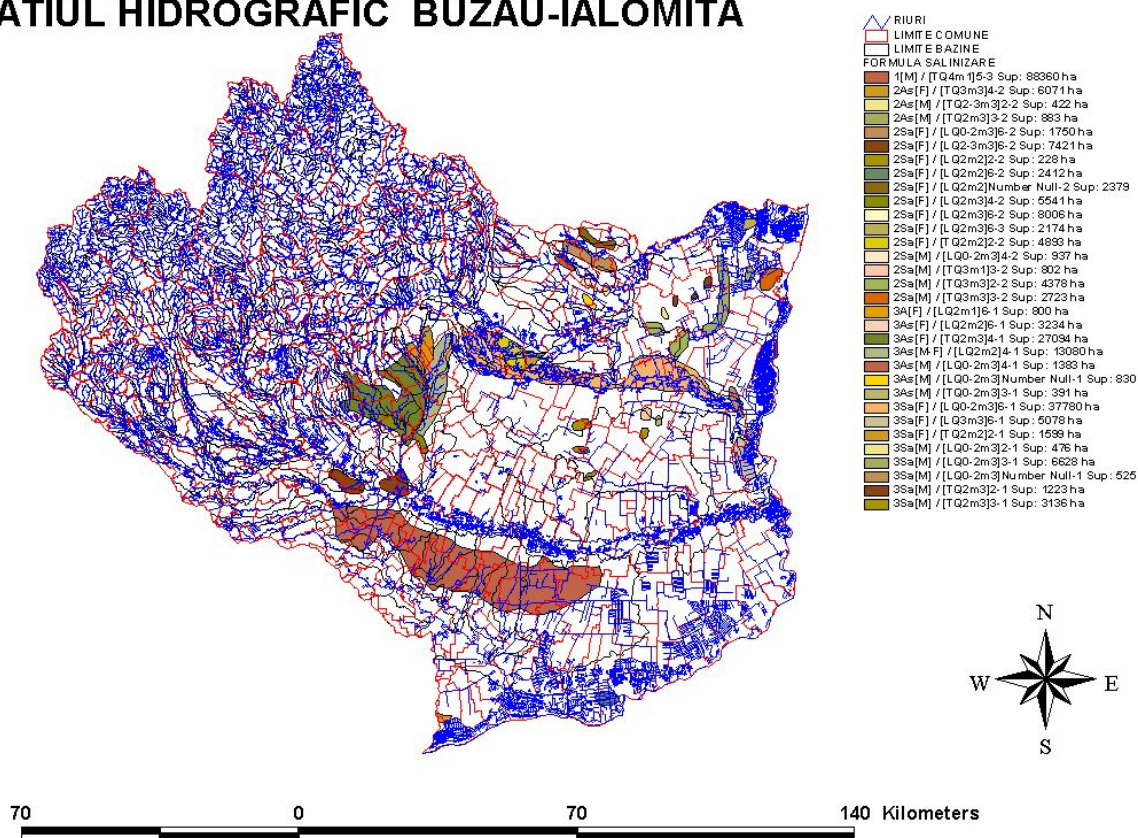


Figura 8: Spațiul hidrografic Buzău-Ialomița

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

O suprafață de 9177 ha este ocupată de terenuri situate în lunci, în zone cu salinizare dominantă de tip variată, cu un grad de salinizare al apei freactice mai mare decât 2.0 g/l, pe soluri slab până la

puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic, cu textură fină, 1750 ha având apa freatică la adâncimi sub 2 m, iar 7421 ha la adâncimi între 1 și 3 m.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Alte 27094 ha sunt ocupate de terenuri situate pe câmpii și terase, în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-sodic, apa freatică fiind situată la adâncimi cuprinse între 1 și 2 m, cu un grad de

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

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

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

O suprafață de 830 ha este ocupată de terenuri situate de asemenea în lunci, în zone cu apa freatică fiind situată la adâncimi mai mici decât 2 m, cu un grad de salinizare mai mare decât 2.0 g/l, fiind situate pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu caracter dominant sodic și subsidiar salin, cu textură medie.

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

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

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

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

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

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

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

Alte 1223 ha sunt ocupate de terenuri situate pe câmpii și terase, în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-cloruric, apa freatică fiind situată la adâncimi între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare mai mare decât 2.0 g/l, fiind situate pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1), cu caracter dominant salin și subsidiar sodic, cu textură medie.

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

Spațiul hidrografic Siret

În acest spațiu hidrografic, totalul terenurilor moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 12676 ha (figura 9). Aceste terenuri sunt situate pe lunci, pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu textură fină. Din totalul terenurilor moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, 427 ha sunt ocupate de terenuri situate în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-sodic, cu apa freatică fiind situată la adâncimi cuprinse între 0.5 și 2 m, cu un grad de salinizare între 1.5 și 2.0 g/l, fiind situate pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu caracter dominant sodic și subsidiar salin, cu textură fină.

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

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

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

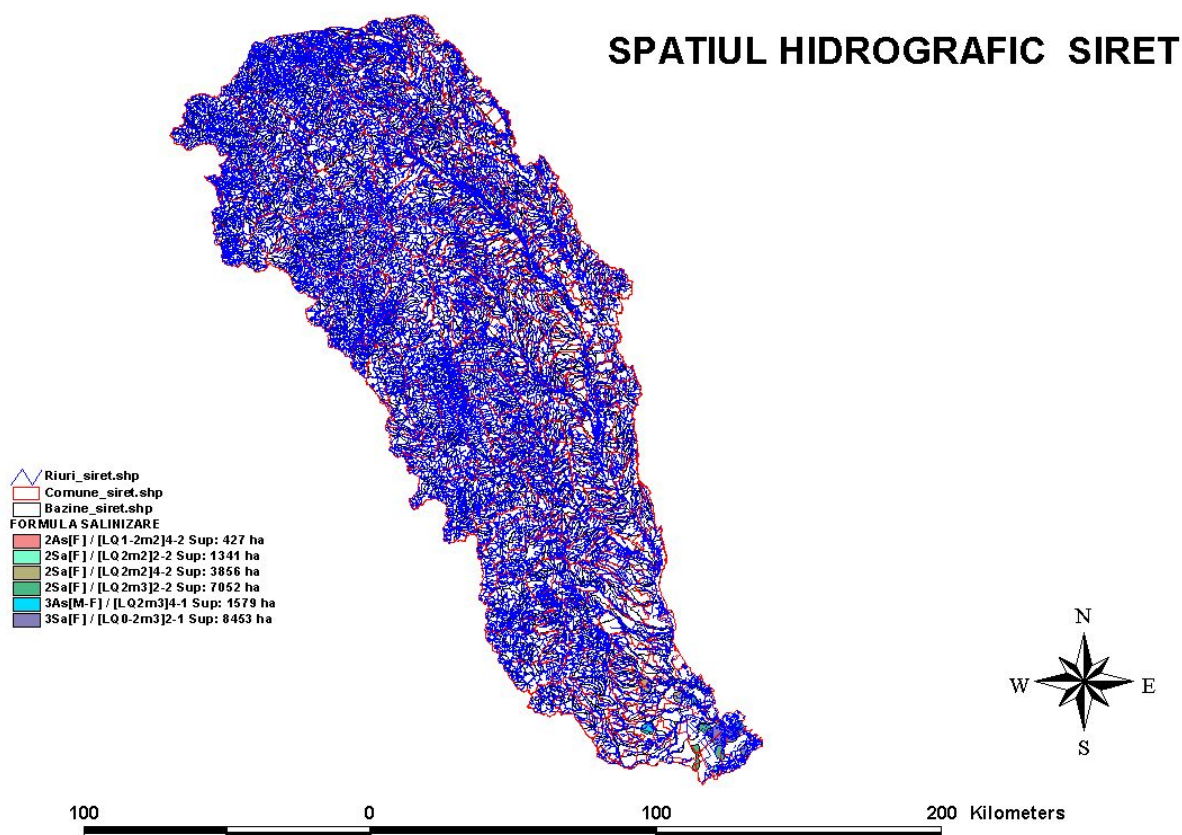


Figura 9: Spațiul hidrografic Siret

Terenurile puternic afectate de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări intensive pentru recuperarea terenurilor (dar în general neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice,

cu excepția culturii orezului) ocupă un total de 10032 ha. Ele sunt situate în lunci, în zone cu un grad de salinizare al apei freatice mai mare de 2.0 g/l, pe salsodisoluri (soluri puternic afectate de sărăturare) (clasa 1).

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

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

Spațiul hidrografic Prut

În acest spațiu hidrografic, totalul terenurilor moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 139278 ha (figura 10). Aceste terenuri sunt situate pe lunci, pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2). Din totalul terenurilor moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, 68703 ha sunt ocupate de terenuri situate în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-sodic, fiind situate pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu caracter dominant sodic și subsidiar salin. Din acestea, pe 44928 ha apa freatică este situată la adâncimi cuprinse între 0.5 și 2 m, cu un grad de salinizare al apei freatice între 1.5 și 2.0 g/l, solurile având textură fină; pe 8488 ha apa freatică este situată la adâncimi cuprinse între 0.5 și 1 m, cu un grad de salinizare al apei freatice între 1.5 și 2.0 g/l, solurile având textură fină; pe 1921 ha apa freatică este situată la adâncimi cuprinse între 1 și 3 m, cu un grad de salinizare mai mic decât 1.5 g/l, solurile având textură medie spre fină, iar pe ultimii 13366 ha apa freatică este situată la adâncimi cuprinse între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare al apei freatice între 1.5 și 2.0 g/l, solurile având textură medie spre fină.

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

Dintre acestea, 6233 ha sunt ocupate de terenuri aflate în zone cu salinizare dominantă de tip sulfato-sodic, cu apa freatică situată la adâncimi până la 2 m, cu un grad de salinizare între 1.5 și 2.0

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

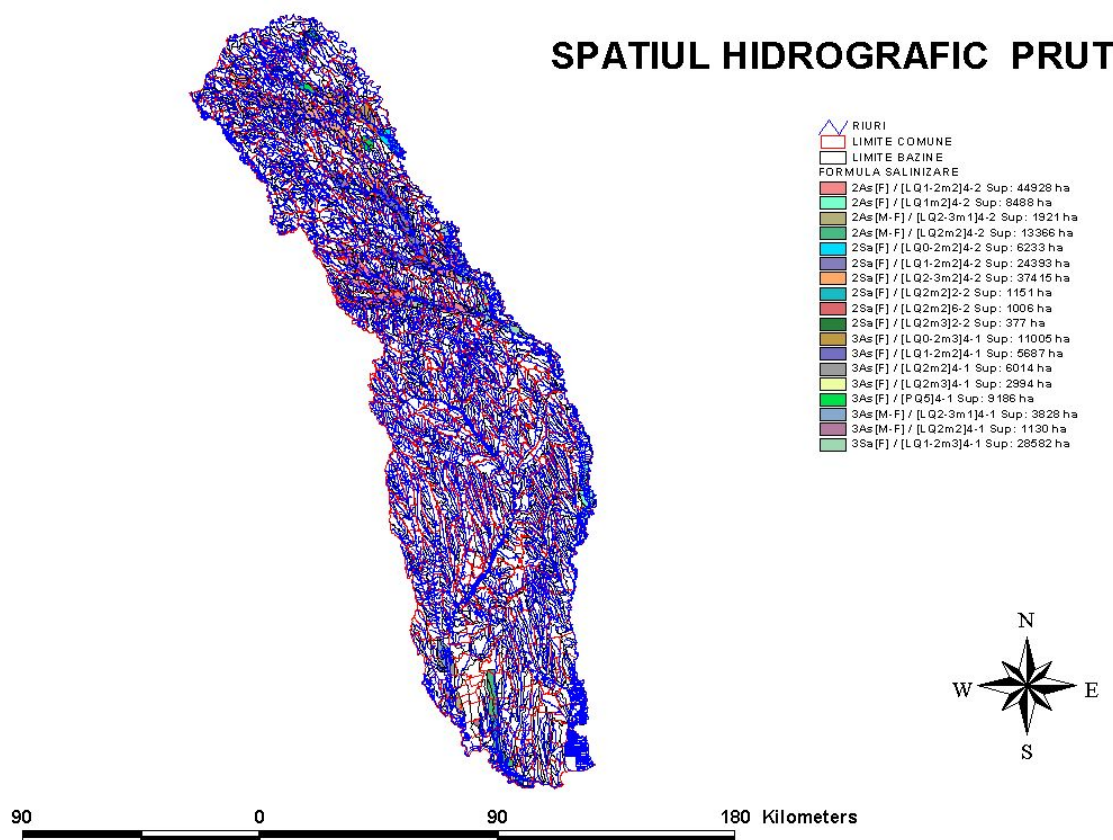


Figura 10: Spațiul hidrografic Prut

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

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

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

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

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

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

Spațiul hidrografic Dobrogea-Litoral

În acest spațiu hidrografic, totalul terenurilor moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 4330 ha (figura 11). Aceste terenuri sunt situate în zone cu salinizare dominantă de tip cloruro-sulfatic, pe soluri cu caracter dominant salin și subsidiar sodic, cu textură medie. Din totalul terenurilor moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, 2730 ha sunt ocupate de terenuri situate în lunci, cu apa freatică situată la adâncimi cuprinse între 1 și 2 m, cu un grad de salinizare al apei freatice mai mare de 2.0 g/l, pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2).

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

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

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

SPATIUL HIDROGRAFIC DOBROGEA-LITORAL

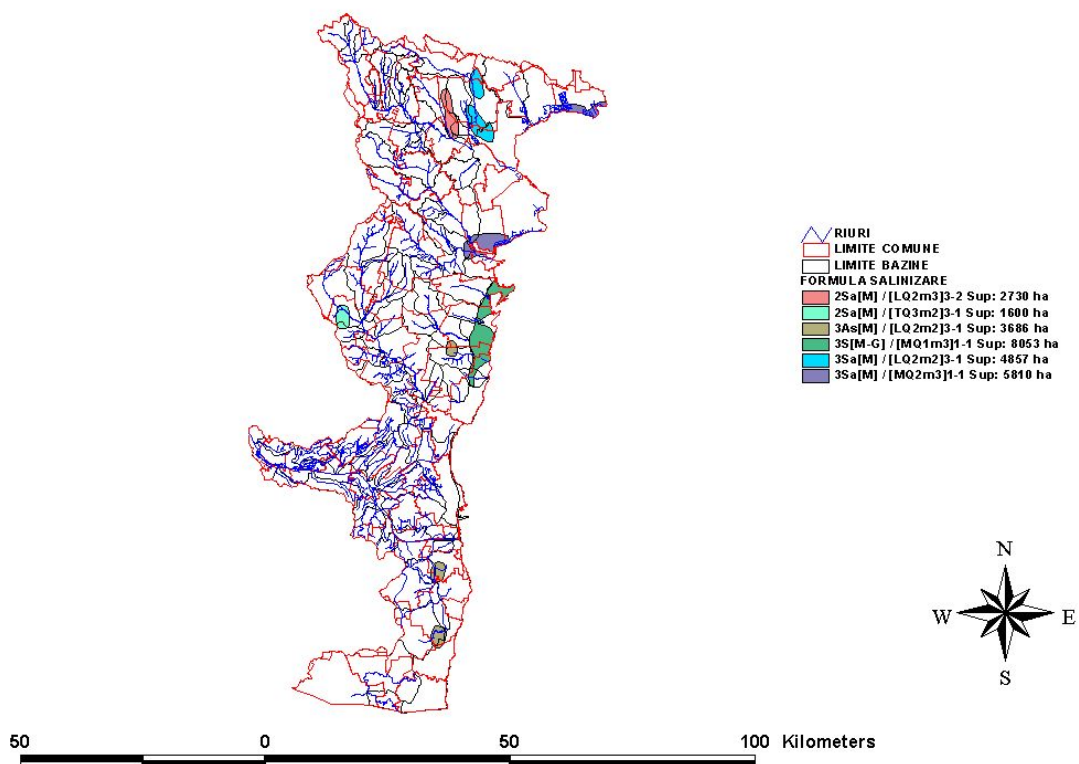


Figura 11 : Spațiul hidrografic Dobrogea-Litoral

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

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

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

Spațiul hidrografic Dunăre

În acest spațiu hidrografic, totalul terenurilor moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 19963 ha (figura 12). Din totalul terenurilor moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, 3995 ha sunt ocupate de terenuri situate în lunci sau deltă, în zone cu salinizare dominantă de tip variat, apa freatică fiind situată la adâncimi între 1 și 2 m, pe soluri slab până la puternic afectate de sărăturare (clasa 2), cu caracter dominant sodic și subsidiar salin și cu textură fină, pe 1809 ha – apa freatică având un grad de salinizare sub 1.5 g/l, iar pe 2186 ha – gradul de salinizare fiind între 1.5 și 2.0 g/l.

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

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

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

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

SPATIUL HIDROGRAFIC DUNARE

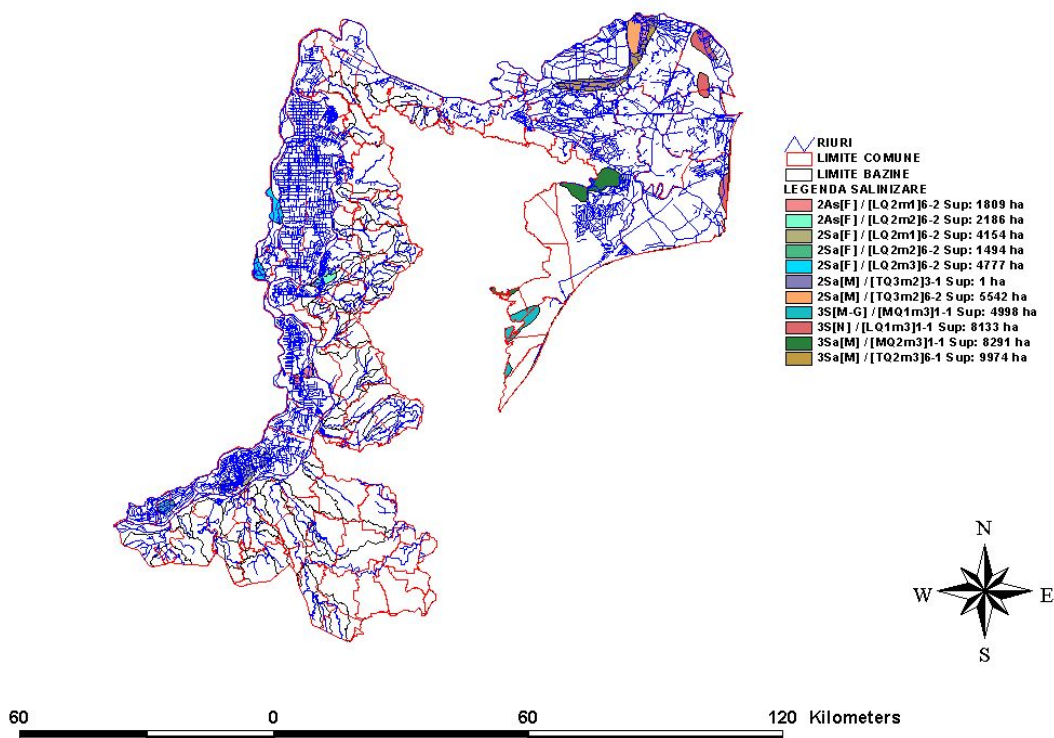


Figura 12 : Spațiul hidrografic Dunăre

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

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

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

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

2. Activitatea 1.3. Elaborarea de chestionare

Aceste chestionare au ca scop inventarierea metodologiilor curente de evaluare a riscului la diferite procese de degradare agrofizică existente la nivelul țărilor europene și estimarea avantajelor și dezavantajelor utilizării acestora în funcție de condițiile specifice locale existente la nivelul fiecărui areal. Chestionarul cuprinde 7 întrebări principale despre metodologiile utilizate pentru estimarea riscului la degradare a solurilor prin salinizare. Subiectele sau tematica care s-a dorit a fi abordată în cadrul acestor chestionare s-au referit la:

- Informații generale: dacă statul respectiv are în prezent sau este în curs de dezvoltare o metodologie de estimare a riscului la degradare a solului prin salinizare; dacă da, de când este utilizată. De asemenea sunt solicitate informații despre bibliografie și/sau eventual pagini web ale metodologiei respective;
- Tipul de date utilizate în metodologie: se oferă posibilitatea de a indica care parametri sunt folosiți ca date de intrare (unitățile tipologice de sol, caracteristici privind metodele de irigare, climat, caracteristici de sol, informații despre apa freatică, funcții de pedotransfer, proprietăți hidraulice ale solului, utilizarea terenului);
- Descrierea metodologiei de estimare a riscului la degradare a solurilor prin salinizare: aceste întrebări permit evaluarea relațiilor cu factorii decizionali, sensibilitatea, tipul de metodologie și tehnicile utilizate, calitatea datelor, accesibilitatea și rezoluția în timp, acoperirea geografică;
- Documentele finale, rezultatele obținute în urma aplicării respectivei metodologii: întrebările puse în acest sens permit descrierea tipului datelor de ieșire, scara acestora și gradul de înțelegere.

La nivel european sunt țări care au implementat metodologii de estimare a riscului de degradare agrofizică, dar sunt și state care nu au stabilit o modalitate unitară de abordare a acestei problematice. Ungaria, Slovacia și Spania au dezvoltat metodologii de estimare a riscului la degradare prin salinizare, care sunt în prezent utilizate. Numai Ungaria însă utilizează o metodologie recunoscută oficial. În Slovacia și Spania sunt, în prezent, utilizate metodologii de estimare a riscului la degradare a solurilor prin salinizare, la nivel de comunitate științifică însă, nefiind recunoscute oficial. În cazul țării noastre nu a fost încă implementată o metodologie de evaluare a riscului la degradare agrofizică prin diferite procese, iar comunitățile rurale nu sunt familiarizate și

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

Tipul de chestionar care va fi prezentat ne-a furnizat informații privind situația existentă în alte țări europene, în ceea ce privește metodologiile de estimare a riscului la degradare prin salinizare a solurilor. Chestionarul a fost trimis în mai multe țări europene, încercându-se o acoperire reprezentativă a Europei. Informațiile furnizate au fost apoi adunate într-o bază de date, care apoi va fi utilizată pentru stabilirea criteriilor de armonizare a diferitelor metodologii și stabilirea unei modalități de abordare unitară în acord cu condițiile specifice fiecărui areal la nivel european.

2.1. Chestionare de estimare a vulnerabilității la salinizare

Chestionarul cuprinde 7 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 salinizare?*

Da, vă rog specificați:

Evaluare recunoscută oficial

Evaluare în curs de elaborare oficial

Evaluare utilizată la nivel de institut

Nu, mergeți la întrebarea 1.3

Nu știu

1.2 *Sunt aceste metodologii deja aplicate?*

Da

Dacă Da, cum pot fi obținute informații despre metodologie?

Numele institutului:.....

Numele persoanei de contact:.....

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

Ani de estimare.....

O Nu

O În desfășurare

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

Numele institutului:.....

Numele persoanei de contact:.....

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

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

		Salinizare	Comentarii
Unități tipologice de sol (tip de sol)			
Textura solului (la nivel de unitate tipologică)			
O Areale irigate, proprietăți chimice ale apei de irigație și metoda de irigație utilizată			
	Adaosuri de chimicale Calitatea apei de irigație Sodicitatea apei de irigație Altele		
Climat			
Caracteristicile solului	Descrierea profilului de sol Salinitatea solului la diferite nivel pe profil Sodicitatea solului la diferite nivel pe profil Bilanțul apei în sol Textura solului la diferite nivel pe profil pH-ul solului la diferite nivel pe profil conținutul de carbonat de calciu din sol conținutul de materie organică din sol Altele		
Informații despre apa freatică	Adâncimea apei freatice Salinitatea apei freatice Sodicitatea apei freatice Compoziția apei freatice		

Funcții de pedotransfer			
Proprietăți hidraulice ale solului			
Utilizarea terenului (incluzând managementul terenului, sistemele agricole și forestiere)	Sistemele de cultură Altele		
În combinație cu un model sau bază de date (specificați sursa de date)	Utilizarea terenului (de ex. Lucas) ; Acoperirea terenului (de ex. Corine); Model de simulare; Baza de date de sol spațială (EUSIS) Altele		

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

Criteriu	Sub-criteriu	Notare	Notă
Relevanță legislativă	Este metodologia adaptată la scopurile legislației Comunității Europene?	0 = nu, 1 = da, indirect 2 = da, direct	
	Poate metodologia asigura informații utile factorilor decizionali?	0 = deloc, 1 = moderat utile 2 = foarte utile	
Receptivitate	Este metodologia sensibilă la modificările procesului/fenomenului analizat?	0 = lentă, cu răspuns întârziat, 1 = rapidă, cu răspuns imediat	
Robustețe analitică	De ce tip este metodologia?	Calitativă: 1 = bazată pe analize expert 2 = medie ponderată 3 = altele	
		Cantitativă: 4 = model empiric 5 = model bazat pe proces 6 = analize expert 7 = documente istorice 8 = altele	
	Este metodologia bazată pe măsurători directe sau modelarea unei tendințe/stări?	0 = indirectă, 1 = modelată 2 = directă	
	Este metodologia bazată pe calitate scăzută/moderată/ridicată a datelor?	0 = scăzută 1 = moderată 2 = ridicată	
	Care sunt legăturile	0 = legătură slabă,	

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

1.6 Aveți comentarii?

.....

3. Activitatea 1.4. Elaborarea unei baze de date prietenoase

Metodologiile de estimare a riscului la degradare a solurilor prin salinizare, în general, nu sunt oficializate la nivelul țărilor europene. Informațiile care vor fi prezentate în continuare au fost selectate din chestionarele care au fost elaborate astfel încât să furnizeze informații privind situația existentă în alte țări europene, în ceea ce privește aceste metodologii. Chestionarele au fost trimise în diferite țări europene către factori decizionali, cercetători și experți în domeniu.

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

Informațiile furnizate au fost apoi adunate într-o bază de date, care va fi utilizată ulterior pentru stabilirea criteriilor de armonizare a diferitelor metodologii propuse și chiar aplicate.

Descrierea metodologiei de estimare a riscului 1: Cipru

Țară	Cipru	
Scop	Hartă de vulnerabilitate și risc	
Instituție	Guvern, Departamentul de Agricultură	
Metodologie	Abordare cantitativă, model bazat pe proces, analize expert	
	Date	Textura solului, proprietăți chimice ale apei de irigație, climat, caracteristicile solului, informații despre apa freatică
	Tehnici	Observații de câmp și analize de laborator
	Scară de aplicare	1:25000
Documente	Hartă de vulnerabilitate Hartă a zonelor cu risc	
Comentarii	Datele accesibile provin din studii și proiecte anterioare	
Pagină web	Inaccesibil	
Literatură	Solurile calcarice ale Ciprului (Proiectul pedologic și Geologic Germano-Cipriot)	
Rezoluție	Spațială	1:25000
	Temporală	Intervalul de timp depinde de tipul de date
Date solicitate		
Utilizarea modelelor și date calibrate		
Date existente și scara	Numai studii caz	
Senzitivitate		
Rezultate estimate		

Descrierea metodologiei de estimare a riscului 2: Grecia

Țară	Grecia	
Scop	Hartă de vulnerabilitate	
Instituție	Institutul de Știința Solului din Atena (Fundatia Națională de Cercetare Agricolă)	
Metodologie	Abordare calitativă bazată pe analize expert, model empiric cantitativ, analize expert	
	Date	Unitate tipologică de sol, proprietăți chimice ale apei de irigație, climat, caracteristicile solului, informații despre apa freatică, funcții de pedotransfer, proprietăți hidraulice ale apei, utilizarea terenului, model de simulare
	Tehnici	Observații de câmp și analize de laborator
	Scară de aplicare	1:5000
Documente	Hartă de vulnerabilitate	
Comentarii	Metodologiile de estimare a riscului la salinizare aplicate în Grecia se bazează pe parametri cum ar fi, topografia, textura solului, hidrogeologia, nivelul și calitatea apei freatică, folosința apei, distanța față de mare, raportul precipitației/evapotranspirație. Măsurătorile directe ale conductivității electrice a solului efectuate fie în câmp, fie în laborator reprezintă o modalitate de abordare acceptabilă.	
Pagină web	http://www.science.org.au/nova/032/032sit.htm http://www.kcl.ac.uk/projects/desertlinks http://www.ciseau.org/index.jsp http://www.fao.org/ag/agl/aglw/aquastat/regions/neast/index9.stm	
Literatură		
	Spațială	1:5000
Rezoluție	Temporală	Odată la fiecare 5-10ani
Date solicitate	Măsurători directe ale unei stări/tendințe	
Utilizarea modelelor și date calibrate		
Date existente și scara	Numai studii caz	
Senzitivitate	Rapid, răspuns imediat	
Rezultate estimate		

Descrierea metodologiei de estimare a riscului 3a): Ungaria

Țară	Ungaria	
Scop	Hartă a zonelor cu hazard, hartă de vulnerabilitate, hartă de risc	
Instituție	Institutul de Cercetări pentru Știința Solului și Chimie Agricolă (RISSAC) a Academiei Ungare de Știință	
Metodologie	Abordare calitativă bazată pe analize expert, model empiric cantitativ, model cantitativ bazat pe proces, analize expert, documente istorice	
	Date	Unitate tipologică de sol, textura solului, proprietăți chimice

		ale apei de irigație, caracteristicile solului, informații despre apa freatică, proprietăți hidraulice ale apei, utilizarea terenului, informații de sol spațiale
	Tehnici	Observații de câmp, sisteme informatice geografice și analize de laborator
	Scară de aplicare	1:10000
Documente		Hartă a zonelor cu hazard Hartă a zonelor vulnerabile Hartă a zonelor cu risc
Comentarii		xx
Pagină web		xx
Literatură		G. Varralyay, G. Toth, 2006. Salinization/sodification. Identifying Risk Area for Soil Degradation in Europe by Salinization/Sodification. In: W. Eckelmann, R. Baritz, S. Bialousz, P. Bielek, F. Carre, B. Houskova, R.J.A. Jones, M. Kibblewhite, J. Kozak, Ch. Le Bas, G. Toth, T. Toth, G. Varralyay, M.Yli Halla, M. Yupan: Common Criteria for Risk Area Identification according to Soil Threats. 43-59. European Soil Bureau Research Report no. 20. JRC. Ispra. Szabolcs, I., Varralyay, G., Darab, K., 1976. Soil and hydraulic survey for the prognosis and monitoring of salinity and alkalinity. In: Prognosis of Salinity and Alkalinity. Report of an Expert Consultation, Rome, 3-5 June, 1975. Soil Bulletin No. 31. 119-129. FAO. Rome. Varralyay, G., Syucs, L., Zilahy, P., Rajkay, K., Muranyi, A., 1985. Soil factors determining the agroecological potential of Hungary. Agrokemia es Talajtan. 34. Suppl. 90-94
Rezoluție	Spațială	1:10000
	Temporală	Anuală, odată la fiecare 5-10 ani sau odată la fiecare 5-10 ani, în funcție de gradul de modificare a parametrilor
Date solicitate		Măsurători directe ale unei stări/tendințe
Utilizarea modelelor și date calibrate		
Date existente și scara		Națională și regională
Senzitivitate		Rapid, răspuns imediat
Rezultate estimate		

Descrierea metodologiei de estimare a riscului 3b): Ungaria-Proiectul de irigații-râul Tisa

Țară		Ungaria (evaluarea proiectului de irigație Tisa)
Scop		Hartă a zonelor cu hazard, hartă de risc
Instituție		Institutul de Cercetări pentru Știința Solului și Chimie Agricolă (RISSAC) a Academiei Ungare de Știință
Metodologie		Model cantitativ bazat pe proces
	Date	Unitate tipologică de sol, textura solului, proprietăți chimice ale apei de irigație, caracteristicile solului, informații despre apa freatică, proprietăți hidraulice ale apei, utilizarea

		terenului, informații de sol spațiale
	Tehnici	Observații de câmp, sisteme informatice geografice și analize de laborator
	Scară de aplicare	1:25000
Documente		Hartă a zonelor cu hazard Hartă a zonelor cu risc
Comentarii		xx
Pagină web		xx
Literatură		Szabolcs, I., Varralyay, G., Darab, K., 1976. Soil and hydraulic survey for prognosis and monitoring of salinity and alkalinity. In: Prognosis of Salinity and Alkalinity. Report of an Expert Consultation, Rome, 3-5 June, 1975. Soil Bulletin No. 31. 119-129. FAO. Rome.
Rezoluție	Spațială	1:25000
	Temporală	Anuală, odată la fiecare 5-10 ani sau odată la fiecare 5-10 ani, în funcție de gradul de modificare a parametrilor
Date solicitate		Măsurători directe ale unei stări/tendințe
Utilizarea modelelor și date calibrate		
Date existente și scara		Regională
Senzitivitate		Rapid, răspuns imediat
Rezultate estimate		

Descrierea metodologiei de estimare a riscului 3c): Ungaria – TIM- Sistemul de Monitoring și Protecția Solului

Țară	Ungaria (evaluarea TIM)	
Scop	Hartă a zonelor cu hazard (monitoring)	
Instituție	Serviciul Ungar de Conservare a Solului	
Metodologie	Model cantitativ bazat pe proces	
	Date	Climat Ph-ul solului Salinitatea solului Adâncimea apei freactice
	Tehnici	Observații de câmp, analize de laborator
	Scară de aplicare	1236/93.000 km ²
Documente	Kovacs și colab., 2006	
Comentarii		
Pagină web	http://www.taki.iif.hu/english/soilsci/toth/abstr/KTM2006_2_FULL.pdf	
Literatură		
Rezoluție	Spațială	1:1000000
	Temporală	Anuală
Date solicitate	Măsurători directe ale unei stări	
Utilizarea modelelor și date calibrate		
Date existente și scara	Națională	
Senzitivitate	Rapid, răspuns imediat	
Rezultate estimate		

Descrierea metodologiei de estimare a riscului 4): Slovacia

Țară	Slovacia	
Scop		
Instituție	Institutul de Cercetări pentru Știința și Conservarea Solului	
Metodologie	Abordare calitativă bazată pe analize expert	
	Date	Unitatea tipologică de sol, textura solului, climat, caracteristicile solului, informații despre apa freatică, funcții de pedotransfer, proprietăți hidraulice ale solului, utilizarea terenului
	Tehnici	Teledetecție
	Scară de aplicare	
Documente	Elemente cu risc	
Comentarii		
Pagină web		
Literatură		
Rezoluție	Spațială	
	Temporală	Anuală
Date solicitate	Măsurători directe ale unei stări/tendințe	
Utilizarea modelelor și date calibrate		
Date existente și scara	Națională	
Senzitivitate	Nu știu	
Rezultate estimate		

Descrierea metodologiei de estimare a riscului 5): Spania

Țară	Spania	
Scop	Hartă de risc	
Instituție	Centru de Cercetări pentru Deșertificare	
Metodologie	Abordare cantitativă bazată pe proces Abordare calitativă – medie ponderată	
	Date	Unitatea tipologică de sol, textura solului, proprietățile chimice ale apei de irigație, climat, caracteristicile solului, informații despre apa freatică, funcții de pedotransfer, proprietățile hidraulice ale solului, informații de sol spațiale
	Tehnici	Utilizarea a trei hărți de bază (hartă de drenaj, hartă climatică, hartă cu calitatea apei de irigație) în program SIG. Observații în câmp, sisteme informatice geografice, analize de laborator
	Scară de aplicare	Regională (1:?)
Documente	Harta zonelor cu risc	
Comentarii		
Pagină web	xx	
Literatură	De Paz, J.M., Visconti, F., Zapata, R. & Sanchez, J. (2004). The Use of Two Logical Models Integrated in a GIS to Evaluate the Soil Salinization in the Irrigation Land of Valencian Community (Spain). Soil Use and management, 20.: 333-342.	
Rezoluție	Spațială	Regională (1:?)
	Temporală	
Date solicitate	Măsurători prin modelare și directe ale unei stări/tendințe	

Utilizarea modelelor și date calibrate	
Date existente și scara	Numai studii caz
Senzitivitate	Răspuns imediat
Rezultate estimate	

4. Activitatea 1.5. Evaluarea chestionarelor

A fost realizată o evaluare de ansamblu a informației furnizate de chestionarele returnate, în sensul analizării metodologiilor de estimare a riscului de salinizare al solurilor, utilizate sau în curs de utilizare în țări membre ale Uniunii Europene. Metodologiile de estimare a riscului la salinizare au fost analizate din punct de vedere al modului de abordare, al scopului, al instituțiilor care le-au dezvoltat, al tipului datelor de intrare, al modalității de prezentare a datelor de ieșire sau obținute și al scării la care sunt realizate.

Analizând chestionarul primit din Ungaria, se poate spune că sunt utilizate două metodologii de estimare a riscului la degradare prin salinizare a solurilor:

- 1) Una dintre acestea este reprezentată de proiectul de irigație râul Tisa (Szabolcs și colab., 1976), care utilizează o abordare cantitativă bazată pe proces. Utilizează date privind unitățile tipologice de sol, procesele din sol, caracteristicile solului și hidrologice. Este realizată o analiză a stării de salinizare și alcalizare a solurilor și stabilește indicatorii potențiali de caracterizare a proceselor de salinizare și alcalizare. Pentru determinarea stării actuale a solului din punct de vedere al salinizării, alcalizării și reacției pe diferite adâncimi ale profilului de sol se determină bilanțul sărurilor și al sodiului schimbabil. Indicatorii potențiali de evaluare sunt determinați prin măsurarea parametrilor hidrologici, a salinității și alcalinității orizonturilor de sol mai adânci. Caracteristicile hidrologice fac referire la corpurile de apă de suprafață și subterane. Este stabilită o ecuație a bilanțului sărurilor.
- 2) A doua metodologie este reprezentată prin evaluarea TIM (Sistemul de Monitoring și Protecție a Solului), o analiză expert cantitativă bazată pe modificările temporale ale datelor monitorizate. Prin urmare această metodologie este bazată pe un sistem de monitoring existent. Datele monitorizate caracterizează clima, reacția solului (pH-ul) și adâncimea, respectiv gradul de salinizare al apei freactice. Rezoluția în timp a recoltării este de 1, 3, 6 ani, în funcție de tipul de sol și factorul analizat. Geografic, acoperă întreaga țară, reprezentând toate regiunile și tipurile de sol. Baza de date este greoaie, dar pentru scopuri științifice poate fi accesibilă. Rezultatele finale sunt prezentate sub forma unei hărți cu zonele de risc, la

scara 1:1000000. Sistemul are 1236 puncte pentru cei 93000 km² reprezentând suprafața Ungariei. Metoda utilizează analize de corespondență între graficul adâncimii apei freatică și salinizarea solului.

Metodologia de estimare a riscului la degradare a solului prin salinizare prezentată în chestionarul primit din Slovacia este utilizată la nivelul acestei țări de circa 14 ani. Reprezintă un sistem calitativ de medie ponderată, bazat pe măsurători directe anuale și teledeteție. Sunt folosite date de climă, sol (descrierea profilului de sol, textura, pH, bilanțul apei în sol, salinitatea și sodicitatea, conținutul de carbonat de calciu și materie organică la diferite nivele pe profil). Sunt luate în considerare și proprietățile apei freatică (adâncime, salinitate, sodicitate și compoziție). Mai folosește date de intrare privind sistemul de cultură și utilizarea terenului. Are acoperire geografică pentru întreaga țară, baza de date este ușor accesibilă. Rezultatele obținute sunt de tipul elemente de risc.

Metodologia de estimare a riscului la degradare a solurilor prin salinizare elaborată de De Paz și colab., 2004 în Spania este bazată pe modelarea de proces. Utilizează ca date de intrare informații despre sol: tipul, textura, drenajul, salinitatea pe diferite straturi ale profilului de sol, bilanțul apei în sol, proprietățile hidraulice ale solului, pH-ul la diferite nivele pe profil, conținutul în carbonat de calciu și materie organică. Sunt luate în considerare proprietățile apei freatică (adâncimea, gradul de salinizare și compoziția). În ceea ce privește informațiile privind utilizarea terenului, se face o distincție clară între (i) utilizarea convențională respectiv organică a terenului, (ii) managementul terenului cu sau fără compuși organici de desalinizare și (iii) sistemele de cultură. Se au în vedere și date despre climă și calitatea apei de irigație. Se bazează pe măsurători directe și pe modelare. Nu a fost până în prezent utilizată în scopuri de monitoring, Spania neavând un sistem național. În acest tip de metodologie sunt utilizate și observațiile din câmp, SIG și analizele de laborator. Rezultatele finale ale estimărilor realizate cu această metodologie sunt reprezentate sub formă de hărți ale zonelor de risc și de susceptibilitate la scară regională.

Analizând în ansamblu toate metodologiile prezentate, se poate spune că pentru estimările realizate sunt necesare în toate cazurile date privind caracteristicile solului și informații despre apa freatică (figura 13). Tipologia, textura solului, proprietățile chimice ale apei de irigație, datele de climă, proprietățile hidraulice ale solului și cele privind utilizarea terenului sunt utilizate într-o proporție de 80 % în metodologiile prezentate. Funcțiile de pedotransfer și combinațiile cu modelele de simulare sunt utilizate în 60 % în metodologiile prezentate. Din aceste motive se poate concluziona faptul că există criterii comune în toate metodologiile de estimare a riscului la degradare prin salinizare aplicate la nivel european.

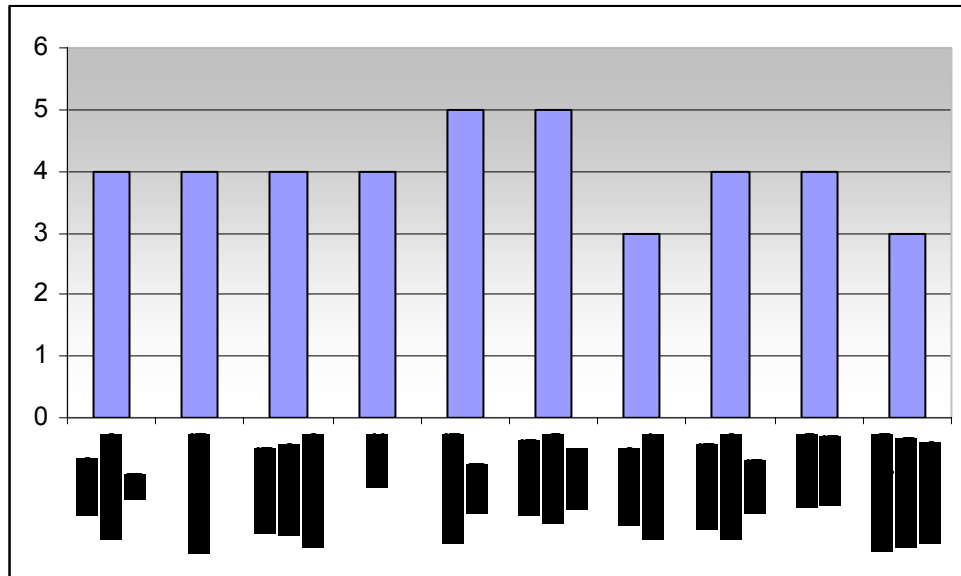


Figura 13: Criterii comune

Metodologiile de estimare a riscului la degradare a solului prin salinizare prezentate în chestionare sunt în general bazate pe abordări cantitative, excepție făcând doar Slovacia. Unele dintre aceste metodologii utilizează o combinație între diferitele modalități de abordare (figura 14). În total 69 % din metode sunt bazate pe analize cantitative și 31 % sunt calitative. Metodele cantitative utilizează fie analizele expert (23 %), fie modele bazate pe analiza procesului (23 %). Metodologiile calitative bazate pe analize expert acoperă 23 % din totalul celor prezentate în chestionare.

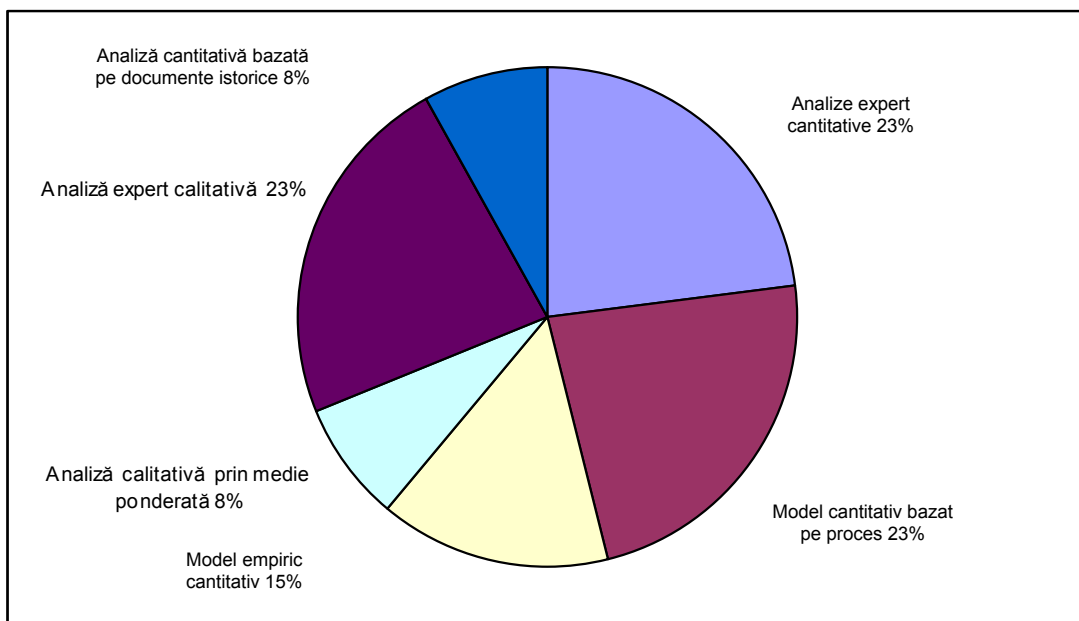


Figura 14: Tip de metodologie

În urma evaluării chestionarelor returnate, s-a constatat că 50 % din metodologiile aplicate pentru estimarea riscului de apariție a salinizării solurilor sunt utilizate în studii caz (figura 15). Ungaria și Slovacia aplică metodologiile respective la scară regională sau națională.

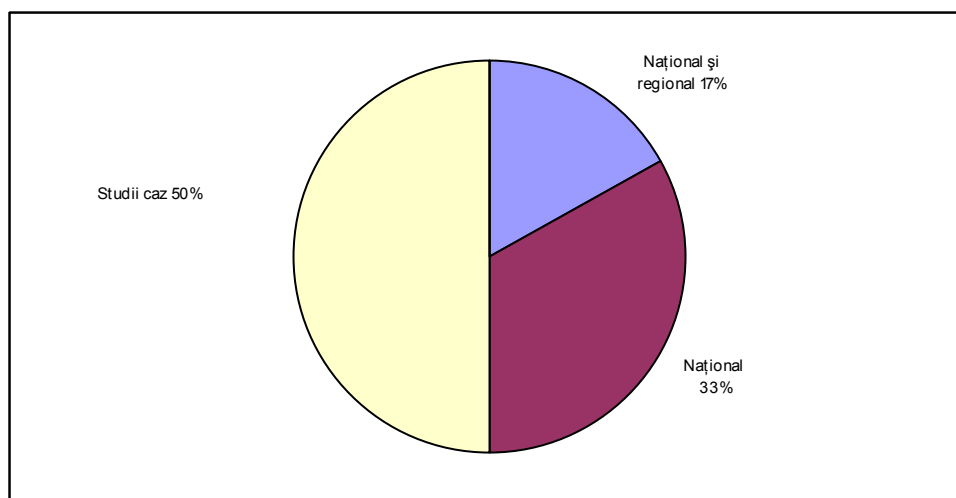


Figura 15: Acoperire (scara) de aplicare a metodologiei

Patru din cele cinci țări care au returnat chestionarele au menționat că utilizează în metodologii date obținute în urma efectuării observațiilor în câmp și a analizelor de laborator. Două dintre țări utilizează suplimentar tehnica SIG. Slovacia însă, abordează o modalitate diferită și anume teledetecția (figura 16).

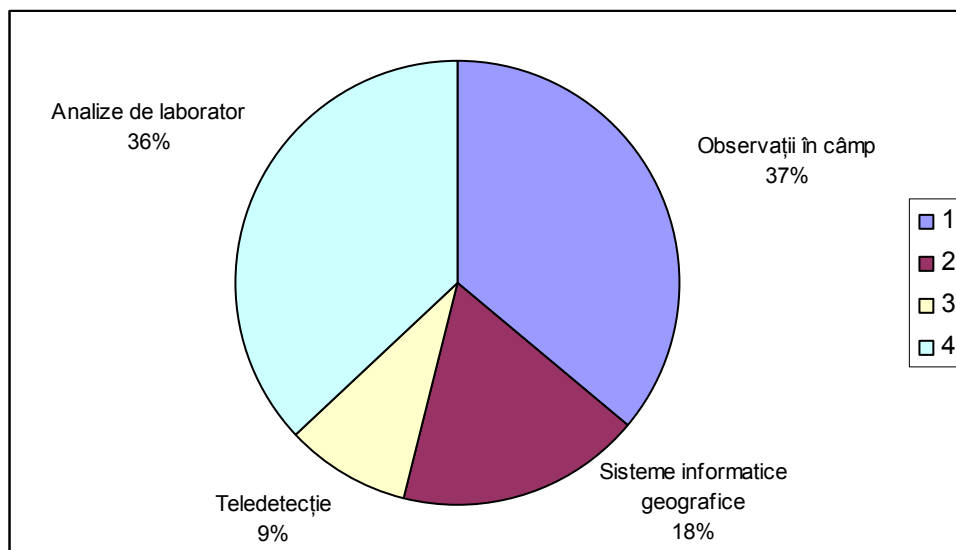


Figura 16: Tip de tehnici utilizate

Trei dintre țări prezintă rezultatele obținute în urma aplicării respectivelor metodologii sub forma unui singur document: Grecia are o hartă a vulnerabilității, Spania o hartă a zonelor cu risc, Slovacia

o hartă cu elemente la risc. Ciprul prezintă rezultatele finale ale estimărilor sub forma a două hărți, de vulnerabilitate, respectiv de risc, iar Ungaria datele finale sub forma a trei hărți de hazard, vulnerabilitate și risc. Hărțile zonelor cu risc, respectiv a celor cu vulnerabilitate sunt utilizate în 30 % din metodologiile prezentate; alte forme de hărți sunt mai puțin utilizate (figura 17).

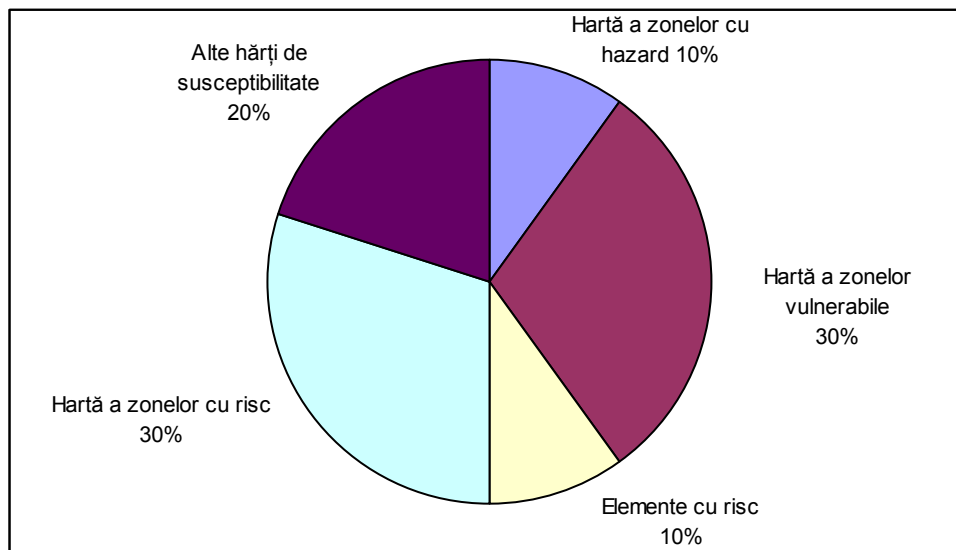


Figura 17: Formă de prezentare a rezultatelor finale

Aceste metodologii de estimare a riscului de apariție a degradării prin salinizare a solurilor trebuie aplicate în mod uniform, în regiuni cu condiții specifice locale diferite, astfel că este necesar să fie robuste și flexibile din punct de vedere al tendințelor ulterioare, al diferențelor regionale și diversității climatice. În acest studiu sunt luate în considerare acele metodologii care fie au un statut oficial, fie sunt recunoscute științific.

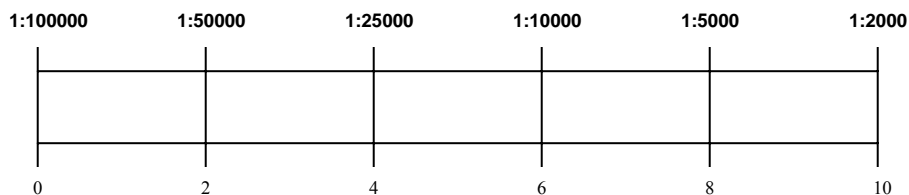
Metodologiile de estimare a riscului la degradare a solurilor prin salinizare au fost analizate din punct de vedere al modului de abordare, al scopului, al instituțiilor care le-au executat, al utilizării datelor existente, al datelor de ieșire sau obținute și al scării la care sunt realizate. Se poate observa că sunt asemănări între metodologiile prezentate, abordări similare, prin urmare ar putea fi stabilite niște criterii comune, care să stea la baza armonizării acestora și stabilirii unei modalități unitare de estimare a pericolului apariției unor astfel de procese negative care afectează starea de fertilitate și productivitate a solurilor. Desigur riscul apariției salinizării este mai accentuat în țările mediteraneene din sudul Europei, studii mai amănunțite fiind realizate în aceste zone. Nu trebuie neglijate nici țările din Europa estică și sud-estică, România, Ungaria, de exemplu, prezentând areale cu risc și chiar afectate de salinizare și sodicizare; această problemă este de actualitate, studiile și cercetările trebuie continuate, astfel încât să se poată stabili un punct de vedere comun.

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

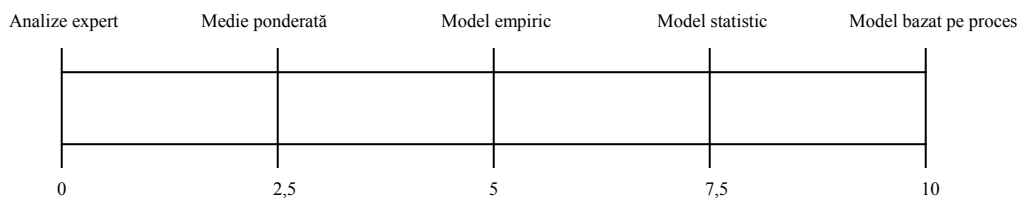
5. 1. Activitatea 2.2 Studiu comparativ al metodologiilor existente de evaluare a riscului apariției degradării agrofizice a solului, din punct de vedere practic

A fost realizată o analiză mai detaliată luând în considerare cinci indicatori: *scara*, *transparența*, *complexitatea*, *eficiența costurilor* și *ambiguitatea*. Metodologiile de estimare a riscului la degradare a solurilor prin salinizare au fost clasificate în funcție de fiecare indicator în parte, iar rezultatele au fost apoi reprezentate în grafice de tip spider care au conținut cinci axe pentru cei cinci indicatori analizați. Fiecare indicator a fost calificat prin note de la 0 la 10, cu diferite valori în funcție de diferite opțiuni. Valorile au fost evaluate în funcție de modul nostru propriu de interpretare a chestionarelor și având informații suplimentare în ceea ce privește diferitele metodologii analizate. În continuare sunt prezentați cei cinci indicatori:

1) **Scara** definește nivelul de accesibilitate al documentelor, respectiv rezultatele finale obținute în urma aplicării diferitelor metodologii și scara la care hărțile (documentele finale) sunt elaborate.



2) **Transparența** se referă la gradul de transparență al gândirii umane și depinde de experiența expertului în ceea ce privește estimările realizate. Acest indicator pune în evidență nivelul de aplicabilitate al metodologiei respective.



3) **Complexitatea** are legătură cu modul de prelucrare și tipul datelor de intrare și cu numărul informațiilor obținute în urma aplicării metodologiei respective. Cu cât sunt folosite mai multe tipuri de date de intrare, cu atât metodologia utilizată este mai complexă, mai ales din punct de vedere al rezultatelor finale.

Tehnică utilizată + tip de date de
intrare + document final

Nr. de tehnici utilizate în metodologie

$\frac{\text{Nr. de tehnici utilizate în metodologie}}{\text{Nr. de tehnici totale}}$

Mai puțin complex

Foarte complex



4) **Eficiența costurilor** caracterizează profitabilitatea metodologiei, respectiv a costurilor pentru realizarea obiectivului propus.

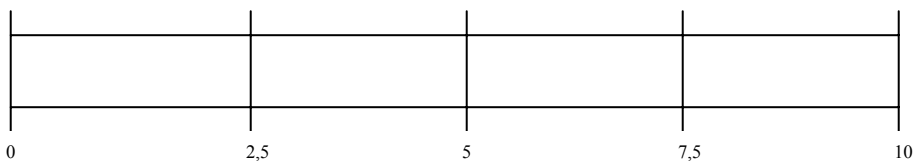
Model bazat
pe proces

Model
statistic

Model
empiric

Medie
ponderată

Analize
expert



5) **Ambiguitatea** reprezintă incertitudinea în delimitarea zonelor la risc și cu hazard.

Numărul de clase + metodologia utilizată

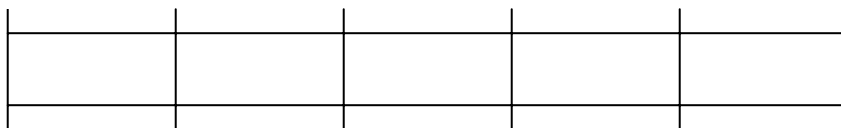
Numărul de clase în metodologia utilizată

$\frac{\text{Numărul de clase în metodologia utilizată}}{\text{Numărul maxim de clase}}$

Analize expert = 1
Medie ponderată = 2
Model empiric = 3
Model statistic = 4
Model bazat pe proces = 5

Mai puțin ambiguu

Foarte ambiguu



În continuare vor fi evaluați cei cinci indicatori de analiză comparativă a metodologiilor utilizate în țările care au returnat chestionarele.

Tabelul 11: Indicatori științifici pentru chestionarul din Cipru

Țară		Cipru
Metodologie		Abordare cantitativă prin modelare pe bază de proces, analize expert
	Tehnici	Observații de câmp și analize de laborator
	Scară de aplicare	1:25000
Documente		Hartă a zonelor vulnerabile Hartă a zonelor cu risc
Scară		1:25000: 3/6
Transparență		Abordare cantitativă prin modelare pe bază de proces (1), analize expert (5): 3/5
Complexitate		Nr. de tehnici: 2 Nr. total de tehnici: 4
Eficiența costurilor		Abordare cantitativă prin modelare pe bază de proces (5), analize expert (1): 3/5
Ambiguitate		Nr. de clase în metodologie: 2 Nr. total de clase: 6

Tabelul 12: Indicatori științifici pentru chestionarul din Grecia

Țară		Grecia
Metodologie		Analiză expert calitativă, model empiric cantitativ, analize expert
	Tehnici	Observații de câmp și analize de laborator
	Scară de aplicare	1:5000
Documente		Hartă a zonelor vulnerabile
Scară		1:5000: 5/6
Transparență		Analiză expert calitativă, model empiric cantitativ (3), analize expert (1): 2/5
Complexitate		Nr. de tehnici: 2 Nr. total de tehnici: 4
Eficiența costurilor		Analiză expert calitativă, model empiric cantitativ (3), analize expert (5): 4/5
Ambiguitate		Nr. de clase în metodologie: 1 Nr. total de clase: 6

Tabelul 13: Indicatori științifici pentru chestionarul din Ungaria

Țară		Ungaria
Metodologie		Analiză expert calitativă, model empiric cantitativ, model cantitativ bazat pe proces, analize expert, documente istorice
	Tehnici	Observații de câmp, sisteme informatice geografice și analize de laborator
	Scară de aplicare	1:10000
Documente		Hartă a zonelor cu hazard Hartă a zonelor vulnerabile Hartă a zonelor cu risc
Scară		1:10000: 4/6
Transparență		Analiză expert calitativă, model empiric cantitativ (3), model cantitativ bazat pe proces (5), analize expert (1), documente istorice: 3/5
Complexitate		Nr. de tehnici: 3 Nr. total de tehnici: 4
Eficiența costurilor		Analiză expert calitativă, model empiric cantitativ (3), model cantitativ bazat pe proces (1), analize expert (5), documente istorice: 3/5
Ambiguitate		Nr. de clase în metodologie: 3 Nr. total de clase: 6

Tabelul 14: Indicatori științifici pentru chestionarul din Slovacia

Țară		Slovacia
Metodologie		Analiză expert calitativă
	Tehnici	Teledetecție
	Scară de aplicare	
Documente		Elemente cu risc
Scară		??
Transparență		Analiză expert calitativă (1): 1/5
Complexitate		Nr. de tehnici: 1 Nr. total de tehnici: 4
Eficiența costurilor		Analiză expert calitativă (5): 5/5
Ambiguitate		Nr. de clase în metodologie: 1

Tabelul 15: Indicatori științifici pentru chestionarul din Spania

Țară	Spania	
Metodologie	Model cantitativ bazat pe proces Abordare calitativă prin medie ponderată	
	Tehnici	Utilizarea a trei hărți de bază (hartă drenajului, a climei, a calității apei de irigație) în program SIG. Observații în câmp, sisteme informatice geografice și analize de laborator
	Scară de aplicare	Regională (1: ?)
Documente	Hartă a zonelor cu risc	
Scară	??	
Transparență	Model cantitativ bazat pe proces (5) Abordare calitativă prin medie ponderată (2): 3,5/5	
Complexitate	Nr. de tehnici: 3 Nr. total de tehnici: 4	
Eficiența costurilor	Model cantitativ bazat pe proces (1) Abordare calitativă prin medie ponderată (4): 2,5/5	
Ambiguitate	Nr. de clase în metodologie: 1 Nr. total de clase: 6	

În urma analizei efectuate s-a constatat că este dificil de a construi diagramele spider, deoarece chestionarele nu au curins întrebări directe în ceea ce privește cei cinci indicatori. Cu toate acestea au fost realizate analizele spider pentru a ne face o idee cu privire la datele prezentate în chestionare. Pentru aceasta au fost preluate din chestionare informațiile legate de tipul de metodologie și tehnicile utilizate, scara de aplicare și tipul de prezentare a rezultatelor finale, așa cum este prezentat în tabelele nr. 11-15. Metodologiile utilizate în cele cinci țări pentru estimarea riscului la degradare prin salinizare sunt complet diferite, așa cum a fost pus în evidență în analizele spider realizate (figurile 18-23).

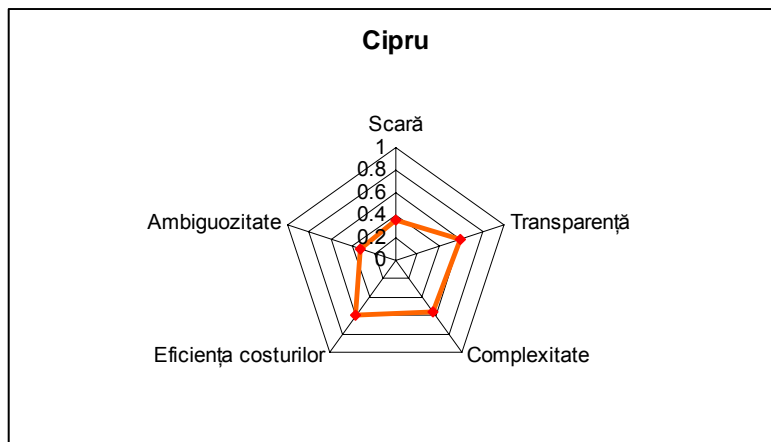


Figura 18: Analiză spider a chestionarului din Cipru

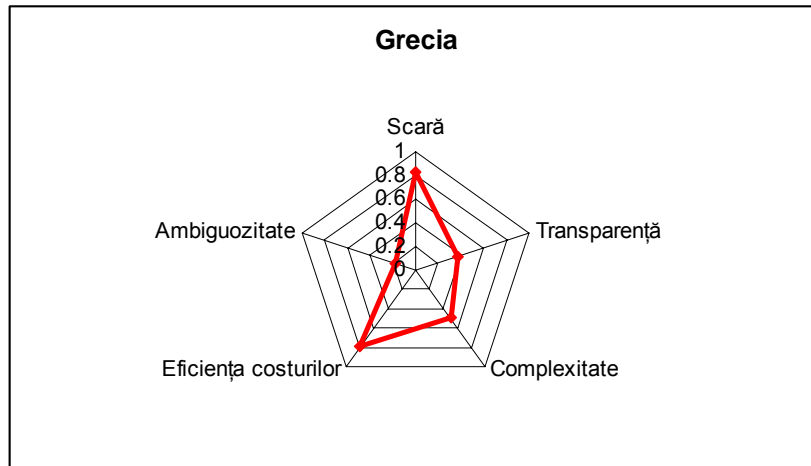


Figura 19: Analiză spider a chestionarului din Grecia

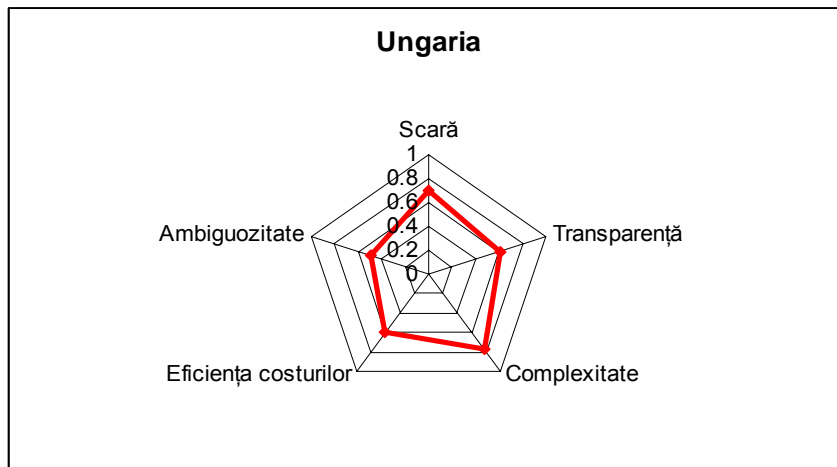


Figura 20: Analiză spider a chestionarului din Ungaria

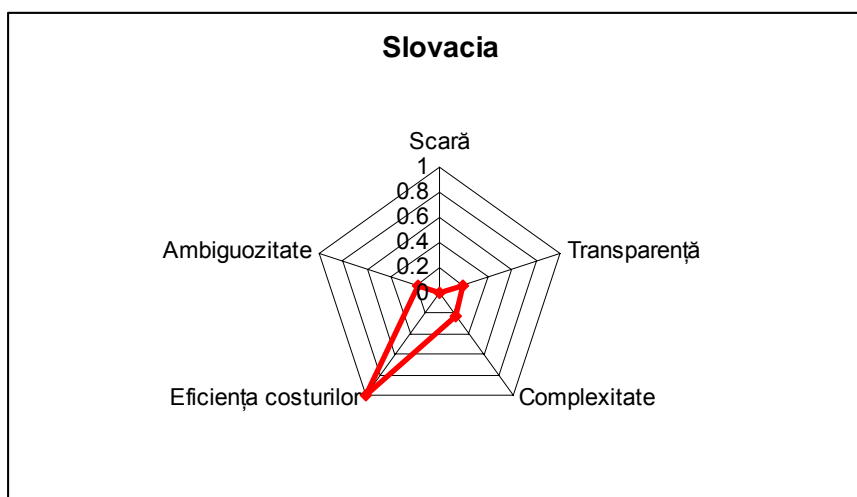


Figura 21: Analiză spider a chestionarului din Slovacia

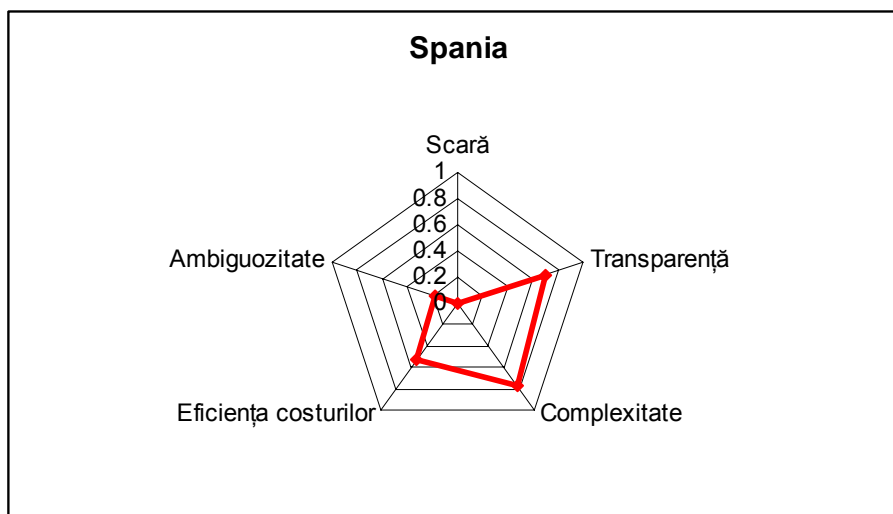


Figura 22: Analiză spider a chestionarului din Spania

6. Concluzii

- apariția și extinderea proceselor negative de degradare a solului prin salinizare a constituit un semnal de alarmă pentru comunitatea științifică cu mult timp în urmă.
- problema principală, în cazul acestor soluri, o constituie bilanțul neechilibrat între cantitățile de săruri introduse, respectiv eliberate din sol și care are ca efect o creștere, de regulă, neadecvată a concentrației de săruri solubile în sol.
- principalele procese reversibile specifice solurilor sărurate sunt salinizarea – desalinizarea, alcalizarea – dezalcalizarea (sodizarea – desodizarea), la care se adaugă și procesele complexe de solonețizare și de sodizare.
- creșterea salinității în sol determină mărirea presiunilor osmotice în soluția solului și apariția stresului de apă pentru planta de cultură. În astfel de situații, planta cultivată nu are capacitatea de a extrage apa din sol necesară creșterii și dezvoltării în condiții optime.
- mecanismul principal care determină acumularea sărurilor în solurile agricole irigate îl constituie evapotranspirația, care are ca efect concentrarea sărurilor în apa rămasă în sol.
- managementul unor astfel de soluri este foarte important; metodologiile de estimare a riscului la salinizare însă, nu includ și managementul solurilor afectate de astfel de procese, deși acest aspect este foarte important în cazul arealelor care nu prezintă un risc direct, dar pot prezenta vulnerabilitate sau pot fi afectate pe termen lung de salinizare.

- diferite țări utilizează metodologii variate de estimare a riscului la degradare prin salinizare în funcție de circumstanțele locale (sol, climat, cadru politic), de interesele la nivel național, probleme similare fiind determinate de cauze diferite sau problematici comparabile fiind abordate în mod diferit de fiecare țară în parte.
- în prezent nu există un punct de vedere comun, respectiv nu a fost încă stabilită *cea mai bună* metodologie de estimare a riscului la degradare prin salinizare, condițiile specifice locale fiind diferite; totuși pot fi explorate aspecte comune și specifice pentru fiecare situație individuală.
- în România, condițiile locale care favorizează acumularea sărurilor sunt clima, cu o perioadă de uscăciune în timpul verii, asociată cu forme depresionare de relief acumulativ și drenaj deficient al apelor freatice situate la adâncime mică.
- cele mai mari suprafețe cu salsodisoluri se întâlnesc în lunci neinundabile, terase joase și în sectoarele cele mai coborâte din câmpiile acumulative, slab fragmentate și slab drenate din cuprinsul zonei de stepă și antestepă (Câmpia joasă a Tisei, Câmpia Română de N-E).
- solurile saline și alcalice denumite cu termenul general de “sărături” fac parte din clasa salsodisoluri și sunt soluri a căror fertilitate este puternic afectată de conținutul mare de săruri solubile pe profil, de prezența natriului schimbabil în complexul coloidal al solului și de prezența apelor freatice mineralizate situate la adâncime mică.
- în România, solurile saline sunt identificate în 29 din cele 41 de județe ale țării. Suprafața totală a acestor soluri este de 614000 ha.
- pentru a descrie zonele afectate de procese de sărăturare, și pentru a le identifica spațial pe bazinele hidrografice ale țării noastre, a fost dezvoltată în cadrul acestei etape, o metodologie specifică; au fost utilizate facilitățile GIS furnizate de ArcView pentru realizarea intersecției dintre limitele spațiilor hidrografice și harta de soluri, 1:200000, dezvoltată în cadrul Sistemului Informatic Geografic de Soluri și Terenuri al INCDPAPM, sistem numit SIGSTAR-ICPA.
- rezultatele obținute în urma aplicării metodologiei au constat în hărți georeferențiate pentru fiecare spațiu hidrografic al țării noastre (Someș-Tisa, Crișuri, Mureș, Banat, Jiu, Olt, Argeș-Vedea, Buzău-Ialomița, Siret, Prut-Bârlad, Dobrogea-Litoral, Dunăre), în care este prezentată intensitatea salinizării:
 - în *spațiul hidrografic Someș-Tisa*, totalul terenurilor slab afectate sau cu risc scăzut de salinizare, care necesită măsuri simple și unele lucrări de prevenire a salinizării, este de 40128ha; terenurile moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare

măsuri și lucrări moderat până la intensive pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă o suprafață totală de 54282 ha.

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

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

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

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

- în *spațiul hidrografic Olt*, totalul terenurilor slab afectate sau cu risc scăzut de salinizare, care necesită măsuri simple și unele lucrări de prevenire a salinizării, este de 172731 ha. Terenurile puternic afectate de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări intensive pentru

recuperarea terenurilor (în general neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice, cu excepția culturii orezului) ocupă un total de 13642 ha.

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

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

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

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

- în *spațiul hidrografic Dobrogea-Litoral*, totalul terenurilor moderat până la puternic afectate sau cu risc sever de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări moderat până la intensive

pentru ameliorarea terenurilor sau pentru prevenirea salinizării, ocupă în total 4330 ha. Terenurile puternic afectate de salinizare, pe care sunt necesare măsuri și lucrări intensive pentru recuperarea terenurilor (dar în general neameliorabile din punct de vedere al eficienței economice) ocupă un total de 22406 ha.

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

- în urma evaluării chestionarelor care au fost elaborate pentru obținerea unor informații privind metodologiile aplicate în alte țări europene pentru estimarea riscului la degradare prin salinizare completate și returnate apoi de personalitățile științifice contactate în acest scop, se poate spune că: în general, pentru estimările care se realizează la nivelul celor cinci țări considerate, sunt necesare în toate cazurile date privind caracteristicile solului și informații despre apa freatică; tipologia, textura solului, proprietățile chimice ale apei de irigație, datele de climă, proprietățile hidraulice ale solului și cele privind utilizarea terenului sunt utilizate într-o proporție de 80 % în metodologiile prezentate; funcțiile de pedotransfer și combinațiile cu modelele de simulare sunt utilizate în 60 % în metodologiile prezentate; din aceste motive se poate concluziona faptul că există criterii comune în toate metodologiile de estimare a riscului la degradare prin salinizare aplicate la nivel european.
- metodologiile de estimare a riscului la degradare a solului prin salinizare prezentate în chestionare sunt în general bazate pe abordări cantitative, cu excepția Slovaciei. Unele dintre aceste metodologii utilizează o combinație între diferitele modalități de abordare. În total, 69 % din metode sunt bazate pe analize cantitative și 31 % sunt calitative. Metodele cantitative utilizează fie analizele expert (23 %), fie modele bazate pe analiza procesului (23 %). Metodologiile calitative bazate pe analize expert acoperă 23 % din total.
- Analiza comparativă a metologiilor utilizate în cele cinci țări care au returnat chestionarele, a pus în evidență faptul că, din punct de vedere al celor cinci indicatori de evaluare, *scara, transparența, complexitatea, eficiența costurilor și ambiguitatea*, acestea sunt complet diferite; deși există criterii comune din punct de vedere al datelor de intrare, al metodologiei etc.,

va fi totuși dificil de armonizat și elaborat o metodologie unitară de estimare a riscului de degradare prin salinizare a solurilor.

7. Bibliografie

1. Agrokémia és Talajtan. 55: 89-98.
2. Blaga Gh., Filipov F., Rusu I., Udrescu S., Vasile D, 2005, ‘‘Pedologie’’, Editura Academic Pres, Cluj-Napoca.
3. Blănaru V., Drăcea Maria, Cipăianu G., 1986, ‘‘Observații privind evoluția unor soluri din sistemul 23 August (jud. Constanța) în perioada de exploatare agricolă intensivă a acestuia’’, Știința Solului nr. 1.
4. Corwin D. L., Rhoades J. D., Simunek J., 2007. ‘‘Leaching requirement for soil salinity control: Steady-state versus transient models’’. *Agricultural Water Management*, 90, 165-180.
5. De Paz J. M., Visconti F., Zapata R., Sánchez J., 2004. ‘‘The Use of Two Logical Models Integrated in a GIS to Evaluate the Soil Salinization in the Irrigation Land of Valencian Community’’ (Spain). *Soil Use and Management*, 20: 333-342.
6. Dumitru M., Nastea St., Răuță C., Gamenț Eugenia, Dumitrescu Florentina, Damian Maria, Dumitru Elisabeta, Jinga I., Markus St., Borza I., Crăiniceanu E., Vâjială M., 1989, ‘‘Administrarea apelor uzate din complexele zootehnice și protecția mediului – norme de irigare pentru minimizarea poluării’’, Bul. Inf. pt. Cadrele de conducere nr. 6, OIDAIA București.
7. Dumitru Elisabeta, Guș P., Enache Roxana, Dumitru M, 1999. ‘‘Efecte remanente ale unor practici agricole asupra stării fizice a solului’’, Ed. Risoprint, Cluj-Napoca.
8. Eckelman W., Baritz R., Bialousz S., Bielek P., Carre F., Houšková B., Jones R. J. A., Kibblewhite M. G., Kozak J., Le Bas C., Tóth G., Tóth T., Várallyay G., Yli Halla M., Zupan M., 2006. ‘‘Common Criteria for Risk Area Identification according to Soil Threats’’. European Soil Bureau Research Report No. 20, EUR 22185 EN, 94pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
9. Florea N. ‘‘Geochimia și valorificarea apelor din Câmpia Română de nord-est’’. Editura Academiei Republicii Socialiste România. 1976. 201 p.
10. Horney R. D., Taylor B., Munk D. S., Roberts B. A., Lesch S. M., Plant R. E., 2005. ‘‘Development of practical site-specific management methods for reclaiming salt-affected soil’’. *Computers and electronics in agriculture*, 46, 379-397.

11. Koorevaar P., Menelik G., Dirksen C., 1983. "Elements of soil physics". Developments in soil science 13. Elsevier Science Publishers B. V., The Netherlands.
12. Metternicht G. I., 2003. "Categorical fuzziness: a comparison between crisp and fuzzy class boundary modeling for mapping salt-affected soils using Landsat TM data and a classification based on anion ratios". *Ecological Modelling*, 168, 371-389.
13. Plyusnin I., 1964. "Reclamative Soil Science". Foreign Languages Publishing House Moscow.
14. Rhoades J. D., Lesch S. M., LeMert R. D., Alves W. J., 1997. "Assessing irrigation / drainage / salinity management using spatially referenced salinity measurements". *Agricultural Water Management*, 35, 147-165.
15. Richards L. (Ed.), 1954. "Agriculture Handbook No. 60", US Department of Agriculture, USA.
16. Spaargaren O. C., 1994. "World Reference Base for Soil Resources". ISSS-ISRIC-FAO, Rome, Italy.
17. Szabolcs I., Várallyay Gy., Darab K., 1976. "Soil and hydraulic survey for the prognosis and monitoring of salinity and alkalinity". In: *Prognosis of Salinity and Alkalinity. Report of an Expert Consultation, Rome, 3-5 June, 1975. Soil Bulletin No. 31. 119-129. FAO. Rome.*
18. Toti M., Dumitru M., Căpitanu V., Drăcea Maria, Constantin Carolina, Crăciun C., 1999, "Poluarea cu petrol și apă sărată a solurilor din România", Ed. Risoprint, Cluj-Napoca.
19. Várallyay Gy., 2005. "Soil Survey and Soil Monitoring in Hungary". In: Jones R.J.A., Houšková B., Bullock P., Montanarella L. *Soil Resources of Europe (2nd edition) EC JRC, Ispra. 420 pp.*