
REZUMAT AL TEZEI DE DOCTORAT

Cercetări privind aplicații din informatica mediului pentru protecția solurilor

Doctorand: ing., inf. **Bogdan-Vasile CIORUȚA**

Conducător de doctorat: conf. dr. ing. **Mirela-Ana COMAN**



INTRODUCERE

Dezvoltarea științifică și tehnologică, fără precedent, din ultimii 30 de ani, a adus în prim-plan noi oportunități pentru achiziția datelor, prelucrarea informațiilor și diseminarea cunoștințelor despre mediu, implicit despre sol. Printre aceste oportunități se numără și apariția unor discipline relativ noi, materializate ca domenii de cercetare după 1990. În acest context, se remarcă *protecția mediului înconjurător*, respectiv *protecția solurilor*, și *informatica mediului*, prin *sisteme informatice de mediu*. Aceste domenii sunt grefate pe științe clasice, respectiv știința solului și informatica.

Protecția solurilor și informatica mediului s-au maturizat din necesitatea de a satisface cerințe specifice ale societății de consum informațional și conceptual, de care au nevoie specialiștii din varii domenii. Drept urmare, ne-am străduit prin cercetarea de față să completăm cunostințele în domeniu prin configurarea, crearea și utilizarea unei aplicații mobile dedicate protecției solurilor.

Teza mea de doctorat pornește de la delimitarea stadiului actual al cunoșterii cu privire la utilizarea aplicațiilor mobile pentru protecția solurilor și continuă cu crearea unei aplicații mobile dedicate - *My Soil Protection App*.

Primul capitol - intitulat *Solul - de la resursă-suport la preocupare științifică* - pornește de la importanța și funcțiile solului în societate, prezintă sintetic stadiul actual al folosinței resurselor de sol și aduce în discuție preocupările științifice pentru protecția solurilor. În completare, am avut în vedere și prevederile legislative cele mai semnificative vizând protecția solurilor în UE și în România.

Cel de-al doilea capitol - *Protecția solurilor, sistemele informatice de mediu și informatica mediului* - pornind de la importanța prelucrării datelor despre mediu, expune evoluția și tipologia sistemelor informatice de mediu. Am adus în discuție informatica mediului și o serie de cercetări privind aplicații pentru protecția solurilor, domeniu aflat la granița dintre Științele Mediului și Tehnologia Informației.

Capitolul trei expune sintetic obiectivele cercetării pornind de la consultarea literaturii de specialitate. Am ordonat stadiul actual al cunoșterii privind utilizarea aplicațiilor mobile dedicate protecției solurilor, în raport cu cele 7 repere-suport ale cercetării pe care le-am considerat necesare, respectiv compararea aplicației cu alte aplicații dedicate protecției solurilor, stabilirea cadrului desfășurării cercetărilor în teren, selecția indicatorilor ecopedologici de interes, crearea aplicației, calibrarea, validarea și evaluarea aplicației create în raport cu condițiile din arealul experimental.

Capitolul patru descrie particularitățile cadrului natural în care s-a desfășurat cercetarea experimentală, pe când capitolele cinci și șase prezintă metodologia de lucru folosită, inclusiv mediul de dezvoltare *MIT App Inventor*[®], mergând până la crearea, testarea, validarea și utilizarea aplicației mobile intitulate *My Soil Protection App*.

Ultimele două capitole expun sintetic concluziile, propunerile și recomandările în raport cu aplicația creată, în care am pus accentul pe 11 indicatori ecopedologici selectați din *Metodologia elaborării studiilor pedologice*, și pe conexiunile în timp real cu platforme funcționale, venind astfel în sprijinul specialiștilor din domeniu, respectiv fermieri, gestionari de areale agricole, administrații publice locale, reprezentanți ai altor entități publice și private etc.

1. Solul - de la resursă-suport la preocupare științifică

Capitolul 1 cuprinde patru subcapitole în care sunt prezentate date cu privire la importanța și funcțiile solului (§1.1), preocupările științifice privind protecția solurilor (§1.2) și stadiul actual al folosinței resurselor de sol (§1.3). Totodată, sunt trecute în revistă și cele mai relevante prevederi legislative vizând protecția solurilor (§1.4).

2. Protecția solurilor, sistemelor informatice de mediu și informatica mediului

Capitolul 2 cuprinde trei subcapitole în care se detaliază importanța prelucrării datelor de mediu (§2.1), se exemplifică tipologia evolutivă a Sistemelor Informatice de Mediu (§2.2) și se introduce Informatica Mediului pentru protecția solurilor (§2.3).

3. Obiectivele cercetării

Capitolul 3 cuprinde șapte subcapitole prin intermediul cărora sunt expuse sintetic obiectivele cercetării pornind de la consultarea literaturii de specialitate privind protecția solurilor și informatica mediului (§3.1). Stadiul actual al cunoașterii privind utilizarea aplicațiilor mobile dedicate protecției solurilor (§3.2), compararea aplicației cu alte aplicații mobile dedicate protecției solurilor (§3.3), stabilirea cadrului desfășurării cercetărilor în teren (§3.4), selecția indicatorilor ecopedologici de interes se finalizează prin crearea și testarea aplicației (§3.5). Calibrarea și validarea aplicației în raport cu condițiile din arealul experimental (§3.6), precum și evaluarea aplicației (§3.7) aduc completări importante tezei și delimitează stadiul actual al cunoașterii.

4. Particularitățile mediului natural în care a avut loc cercetarea experimentală

Capitolul 4 cuprinde șapte subcapitole prin intermediul cărora sunt descrise particularitățile mediului natural în care s-a desfășurat cercetarea experimentală, trecând în revistă aspectele generale (§4.1), elementele de geologie și geomorfologie (§4.2), elementele de hidrografie, hidrologie și hidrogeologie (§4.3), caracteristicile climatice și meteorologice (§4.4), caracteristicile pedologice (§4.5), flora spontană (§4.6) și stadiul actual al folosinței terenurilor (§4.7).

5. Material și metodă

Capitolul 5 cuprinde șapte subcapitole care prezintă detaliat metodologia de lucru, respectiv instrumentele, tehnologia și materialele folosite în fundamentarea stadiului actual al cunoașterii (§5.1-§5.3). Am pus accent pe datele disponibile privind protecția

solului și compararea aplicațiilor dedicate acestei activități (Fig. 5.2). Am stabilit arealul experimental și am creat o aplicație mobilă pentru protecția resurselor de sol, pe care am denumit-o „My Soil Protection App” (§5.4-§5.7) (detalii în Fig. 5.9).

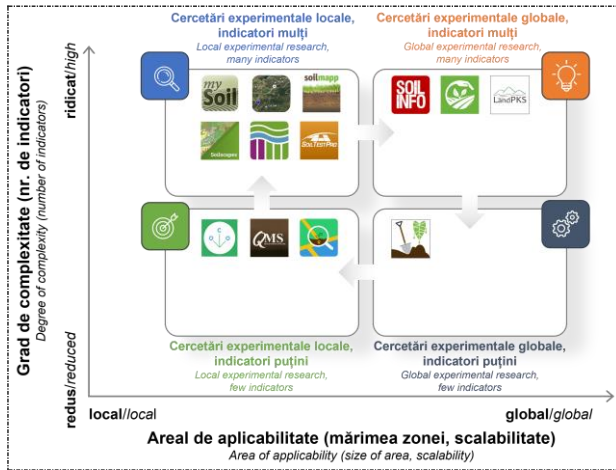


Fig. 5.2. Tipologia aplicațiilor mobile dedicate pentru activitățile de protecția solului

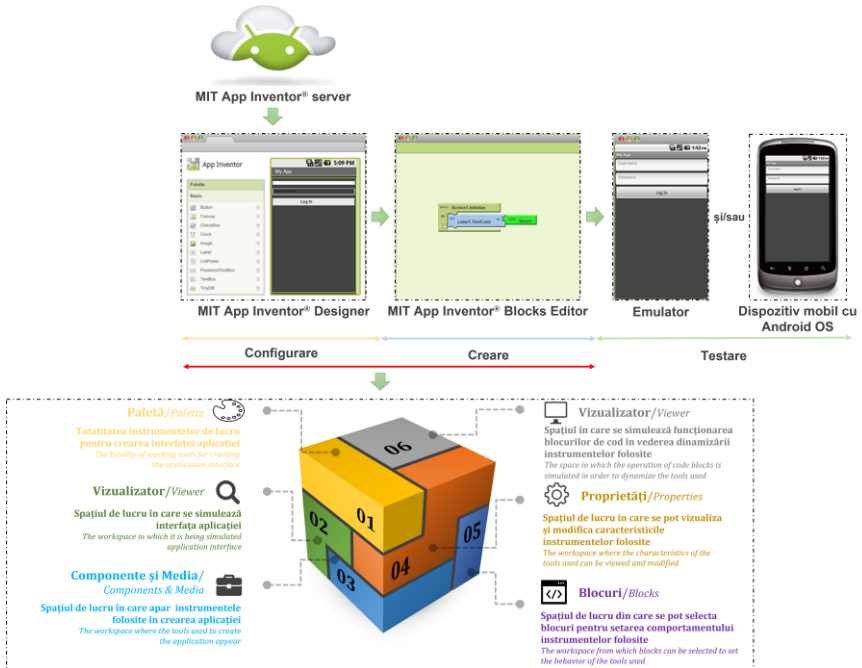


Fig. 5.9. Modalitatea de configurare, creare și testare a unei aplicații mobile în MIT App Inventor®

6. Rezultate și discuții

Capitolul șase cuprinde șapte subcapitole în care se prezintă rezultate și discuții în raport cu stadiul actual al cunoașterii (§6.1-§6.3), dar și în raport cu stabilirea arealului experimental și crearea aplicației mobile *My Soil Protection App* pentru protecția resurselor de sol (§6.4-§6.7).

Pentru început s-au elaborat o serie de infografice, atât cu privire la definiția solurilor și evoluția preocupărilor privind protecția solurilor la nivel internațional, cât și cu privire la tipologia sistemelor informatice de mediu și evoluția informaticii mediului, dintre care reproducem spre exemplificare Fig. 6.3, Fig. 6.4 și Fig. 6.8.

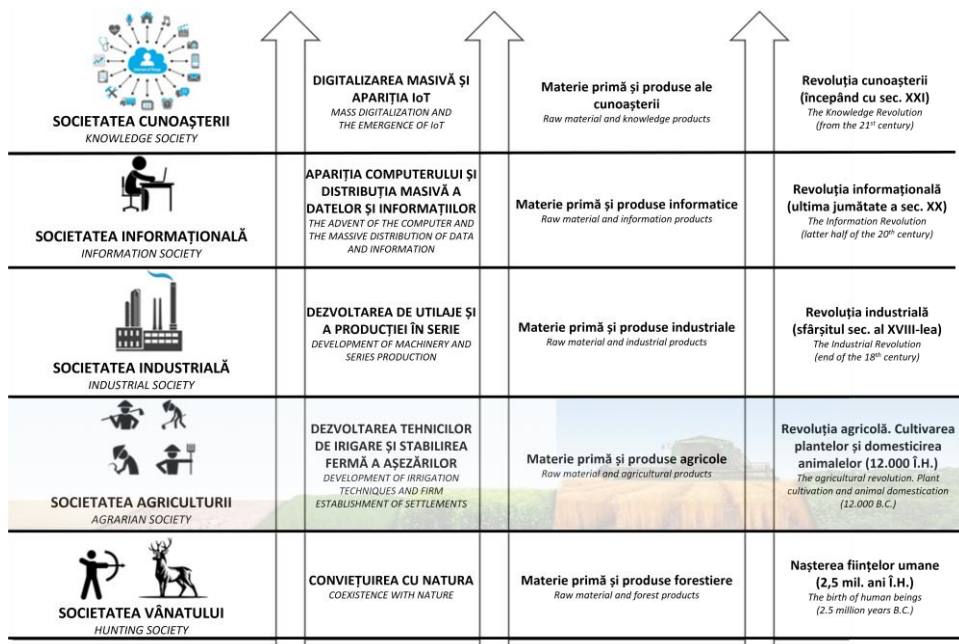


Fig. 6.3. Solul văzut în raport cu dezvoltarea societății (HARARI, 2017; CIORUȚA și COMAN, 2021; CIORUȚA și COMAN, 2022a,g)

În prima etapă trebuie să se cunoască foarte bine rolul pe care îl îndeplinește solul în societate, ca factor de producție (Fig. 6.3), și mai apoi evoluția abordărilor legate de sol și protecția resurselor de sol (Fig. 6.4). În ceea ce privește protecția solului, această nobilă activitate trebuie să se realizeze în simbioză cu celelalte activități care implică protecția mediului înconjurător, niciodată separat de acestea. De asemenea, trebuie să fie combinată cu abordările specifice dezvoltării și utilizării sistemelor informatice de mediu.

Cercetări privind aplicații din informatica mediului pentru protecția solurilor

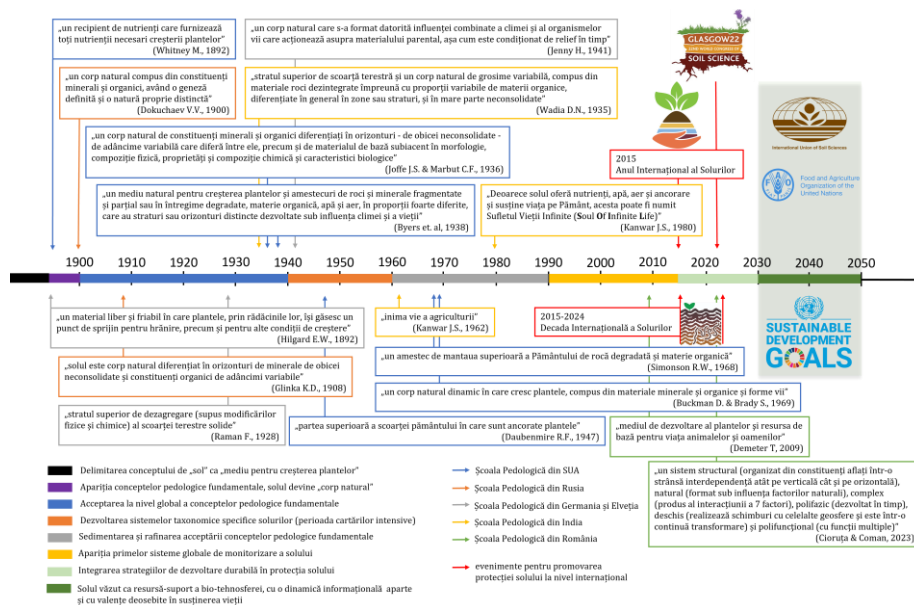


Fig. 6.4. Diferite percepții asupra importanței și funcțiilor solului în societate de-a lungul timpului

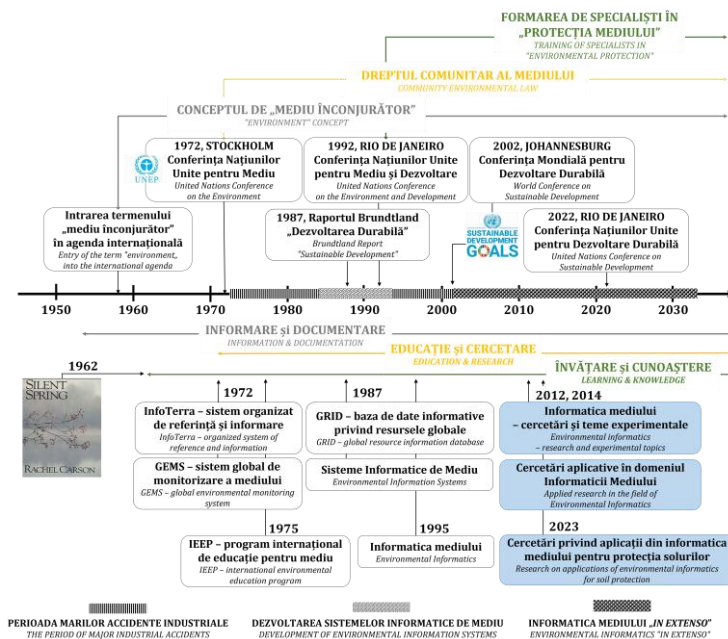


Fig. 6.8. Diagrama apariției și dezvoltării sistemelor informatice de mediu

Pentru stabilirea cadrului de desfășurare a cercetării experimentale am identificat și am selectat șapte areale de interes, cu și fără un istoric cunoscut în ceea ce privește calitatea solurilor, folosința terenurilor, factorii de degradare, natura și tipul poluării etc. Aceste areale sunt din perimetrul Bazinului hidrografic Someș-Tisa.

Ulterior, pe considerentul reprezentativității și al profunzimii cercetărilor, am optat pentru un număr de patru amplasamente, prezentate în Fig. 6.21, respectiv amplasamentul Jibou - Someș Odorhei (chenarul 2), Benesat - Ulmeni - Șomcuta Mare (chenarul 3), Tăuții Măgherauș - Seini - Negrești-Oaș (chenarul 5) și Satu Mare (chenarul 6).

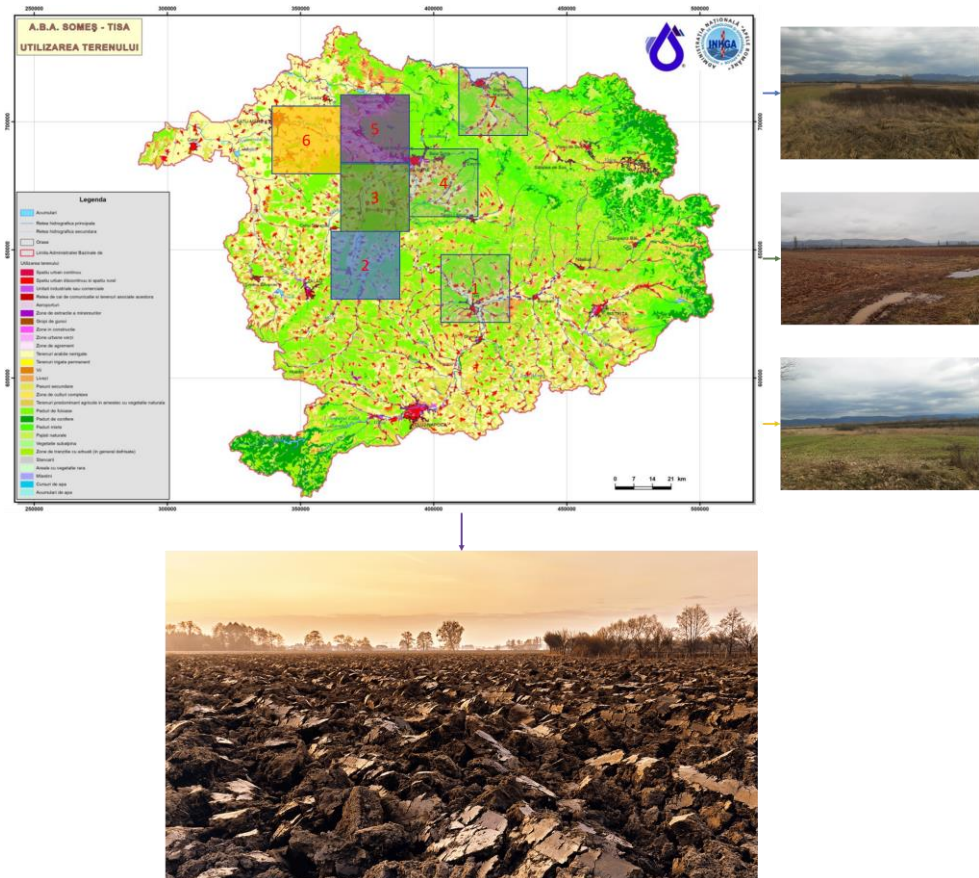


Fig. 6.21. Aspecte ale cadrului natural din perimetrul cercetării experimentale

Pentru crearea aplicației mobile am identificat mai multe scenarii (medii de dezvoltare), dintre care, în cele din urmă, am selectat ca variantă optimă nevoilor noastre, platforma MIT App Inventor®. Implementarea funcționalităților aplicației a impus consultarea literaturii de specialitate, *Metodologia elaborării studiilor pedologice (MESP, partea a III-a)* fiind bază de lucru.

Din categoria indicatorilor ecopedologici (detalii în Fig. 6.23) am selectat șapte indicatori de bază pentru caracterizarea unității de relief-climă-vegetație (grupa A), respectiv principalele caracteristici ale zonelor climatice și ale principalelor categorii de relief (indicator 1), clasele de temperatură medie anuală (indicator 3), clasele de precipitații medii anuale (indicator 4), clasele de altitudine absolută (indicator 6), clasele de neuniformitate a teritoriului (indicator 8) și structurile geologice de interes special (indicator 9). La aceștia am adăugat patru indicatori divizori de unități de sol, respectiv grupele de clase, clasele și subclasele texturale (indicator 23), categoriile și subcategoriile de folosință (indicator 26), tipurile de poluare a solului - după natură și sursă (indicator 28) și gradul de poluare a solului (indicator 29).

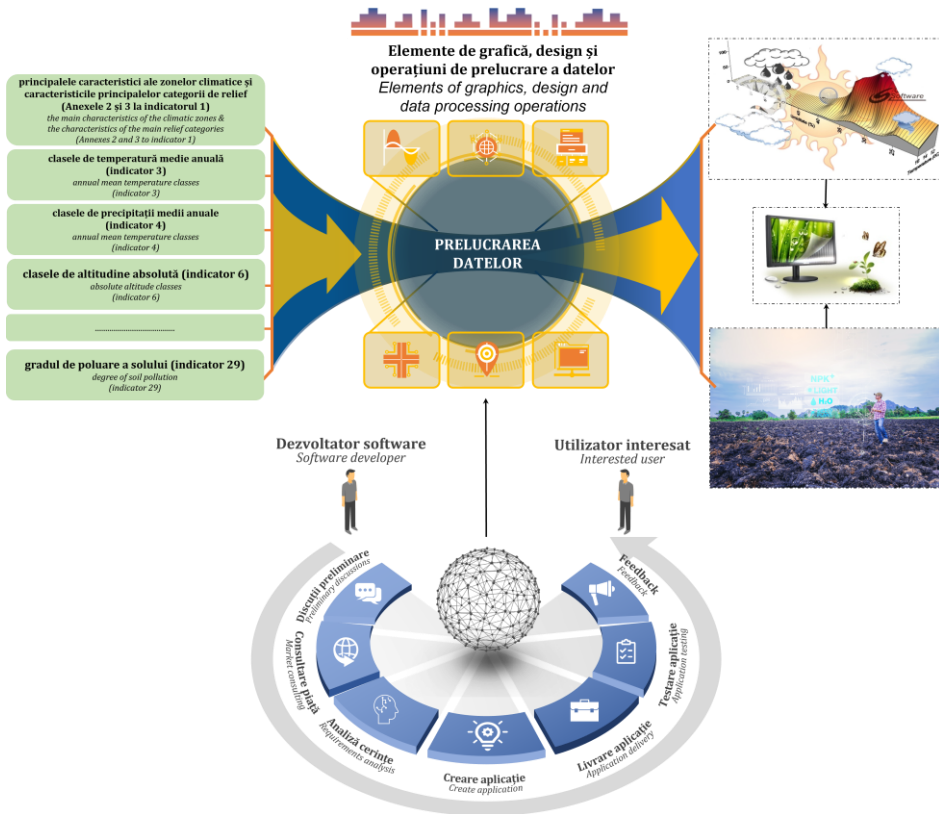


Fig. 6.23. Selecția și integrarea indicatorilor ecopedologici în aplicație

Îmbinarea acestora la nivelul aplicației *My Soil Protection App* o consider ca fiind obligatorie, deoarece furnizează utilizatorului date fundament privind solul și starea sa. Pornind de la utilizarea acestor indicatori, orice cercetare ulterioară va putea fi direct legată de mecanismele de raportare ale aplicației, care au o semnificație aparte în luarea deciziilor privind protecția resurselor de sol.

7. Concluzii și recomandări

Prin compararea aplicației create cu alte aplicații dedicate protecției solurilor, disponibile la nivel internațional, reiese că există o variată gamă de astfel de aplicații. Unele sunt mai complexe în conținut, altele unidirecțional dezvoltate, dar toate evidențiază implicarea unor echipe multidisciplinare de specialiști în crearea lor.

Stabilirea indicatorilor ecopedologici de interes pentru cercetarea de față s-a dovedit a fi, de departe, cea mai dificilă sarcină de îndeplinit, atât prin prisma numărului mare de indicatori ecopedologici (275), din care am selectat 11, cât și în raport cu efortul depus în configurarea, crearea și testarea aplicației.

Aplicația *My Soil Protection App* creată și testată de noi se încadrează ca funcționalitate în domeniul protecției solurilor. Elementele de noutate aduse în prim-plan sunt selecția și utilizarea indicatorilor ecopedologici de bază și divizorii ai unităților de sol, configurația pretabilă pentru areale experimentale mari și conexiunea în timp real cu date privind calitatea solului și condițiile meteorologice.

Rezultatele cercetării au fost validate în cele patru amplasamente din perimetrul Bazinului Hidrografic Someș-Tisa, și prin extrapolare considerăm că pot fi aplicate în oricare perimetru hidrografic al țării noastre. Aplicația sprijină activitățile de protecția solurilor prin avertizare cu privire la un impact negativ asupra mediului, monitorizare privind capacitatea de atenuare naturală a unui areal poluat, monitorizare complementară a unui areal potențial poluat, studii comparative privind resursele de sol, diverse investigații publice sau private.

Pentru caracterizarea fidelă a unui areal recomandăm explorarea etapizată, cu detalii privind investigarea anotimpuală, pentru a înțelege specificul agroecologic local și pentru a confirma reperele documentării. De asemenea, recomandăm selecția a minim 5 indicatori ecopedologici, putând fi astfel acoperite satisfăcător nevoile de bază pentru caracterizarea unui areal.

Utilizarea aplicației *My Soil Protection App* se va putea realiza gratuit după obținerea certificatului de proprietate intelectuală.

Bibliografie selectivă

1. AVOURIS N.M., PAGE B., 1995, Environmental Informatics: Methodology and Applications of Environmental Information Processing, *Kluwer Academic Press*, Dordrecht, Boston.
2. CIORUȚA B.-V., COMAN M., 2022, Definition, role, and functions of soil related to the Knowledge Society and the Someș-Tisa hydrographic area (Romania), *MDPI-Sustainability*, vol. 14, 8688, pg. 1-14.
3. COMAN M., CIORUȚA B., 2021, De la interacțiunea om-mediului la informatica mediului / From Human-Environment Interaction to Environmental Informatics, *Editura AcademicPres®*, Cluj-Napoca, ISBN: 978-973-744-895-8, pg. 172.
4. DUMITRU M., MANEA A., CIOBANU C., DUMITRU S., VRÎNCEANU N., RÎȘNOVEANU I., CALCIU I., TĂNASE V., PEDA M., MOCANU V., EFTENE M., 2011, Monitoringul stării de calitate a solurilor din România, Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Pedologie, Agrochimie și Protecția Mediului - ICPA, *Editura SITECH*, Craiova.
5. FLOREA N., BĂLĂCEANU V., RĂUȚĂ C., CANARACHE A., (coord.) (1987) Metodologia elaborării studiilor pedologice: partea a III-a - indicatorii ecopedologici, Institutul de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie, București
6. HILTY L.M., PAGE B., RADERMACHER F.J., RIEKERT W.F., 1995, Environmental Informatics as a New Discipline of Applied Computer Science, 10.1007/978-94-017-1443-3_1. In: AVOURIS N., PAGE B. (eds.), 1995, Environmental Informatics: Methodology and Applications of Environmental Information Processing. 10.1007/978-94-017-1443-3, pg. 1-11.
7. MUNTEANU I., DUMITRU M., FLOREA N., CANARACHE A., LACATUSU R., VLAD V., SIMOTA C., CIOBANU C., ROSU C., 2005, Status of Soil Mapping, Monitoring, and Database Compilation in Romania at the beginning of the 21st century. In: Soil Resources of Europe – second edition. R.J.A. Jones, B. Houšková, P. Bullock, and L. Montanarella (eds). European Soil Bureau - Research Report No.9, p281-296, EUR 20559 EN.
8. NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE (NRCS), 2014, Keys to Soil Taxonomy, United States Department of Agriculture, *Agriculture Handbook*.
9. PAGE B., 1996, Environmental Informatics - towards a new discipline in applied computer science for environmental protection and research, In: DENZER R., SCHIMAK G., RUSSELL D., (eds.) (1996), Proceedings of the International Symposium on Environmental Software Systems, Springer-Science+Business Media Dordrecht, pg. 3-21.
10. PAUSTIAN K., COLLIER S., BALDOCK J., BURGESS R., CREQUE J., DELONGE M., DUNGAIT J., ELLERT B., FRANK S., GODDARD T., GOVAERTS B., GRUNDY M., HENNING M., IZAURRALDE R.C., MADARAS M., MCCONKEY B., PORZIG E., RICE C., SEARLE R., SEAVY N., SKALSKY R., MULHERN W., JAHN M., 2019, Quantifying carbon for agricultural soil management: from the current status toward a global soil information system, *Carbon Management*, 10:6, 567-587, DOI: 10.1080/17583004.2019.1633231.
11. REGIONAL ENVIRONMENTAL RECONSTRUCTION PROGRAMME FOR SOUTH EASTERN EUROPE (REReP), 2003, Snapshot of Environmental Information Systems in South Eastern Europe: Current Progress and Future Priorities.
12. RUSU T., GUȘ P., BOGDAN I., POP A., MOLDOVAN I., MORARU P., 2008, Influența sistemului minim de lucrare asupra proprietăților fizice și chimice ale solului, *Lucrările celei de a XVIII-a Conferințe Naționale pentru Știința Solului*, 20-26 august 2006, Cluj-Napoca, Editura SOLNESS, București, vol. I, pg. 129-137.