

(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2021 00274

(22) Data de depozit: 24/05/2021

(41) Data publicării cererii:  
29/11/2022 BOPI nr. 11/2022

(71) Solicitant:  
• UNIVERSITATEA "ALEXANDRU IOAN  
CUZA" DIN IAȘI, BD. CAROL I NR. 11, IAȘI,  
IS, RO;  
• OGOR LAB S.R.L., STR.GHEORGHE  
MISSAIL, NR.67, SECTOR 1, BUCUREȘTI,  
B, RO

(72) Inventatori:  
• JEACĂ DAFINA MARIA, STR.BRATULUI,  
NR.8-10, ET.3, AP.10, SECTOR 2,  
BUCUREȘTI, B, RO;  
• POPESCU VALENTIN,  
STR.GHEORGHE MISSAIL, NR.1,  
BUCUREȘTI, B, RO;  
• ALBOAIE LENUȚA, STR.PROF.IOAN  
PETRU CULIANU NR.58, IAȘI, IS, RO

(54) **SISTEM PENTRU EVALUAREA DAUNELOR  
DIN AGRICULTURĂ BAZAT PE IMAGINI SATELITARE  
ȘI MECANISME DE DATA PRIVACY**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem de evaluare a daunelor din agricultură, precum și la o metodă asociată care să permită accesul unidirecțional la date cu valoare adăugată introduse de asiguratori în sistem. Sistemul conform invenției cuprinde un dispozitiv hardware dedicat inspectorilor de daună, destinat a fi conectat prin intermediul internetului la mai multe sisteme și aplicații de tip cloud, o componentă de analiză a imaginilor satelitare și o componentă care asigură confidențialitatea datelor introduse, în care dispozitivul hardware dedicat oferă mijloacele necesare pentru a estima o pagubă prin punerea la dispoziție a următoarelor informații: identificarea geospațială a unei parcele folosind localizarea GPS, afișarea unei hărți a vegetației parcelei, generarea unei rute de inspecție și permite introducerea de observații pe care le folosește pentru a evalua pierderile de productivitate la nivelul parcelei, componenta de analiză de imagini satelitare determină harta de vegetație a culturii și, utilizând tehnici de învățare automată, furnizează dispozitivului hardware o împărțire a parcelei în mai multe cadrane prevăzute cu valori numerice cuprinse între 0 și 1, care reflectă în mod direct gradul de sănătate al culturii, precum și punctele indicate pentru inspecție, iar componenta care asigură

confidențialitatea datelor oferă metode avansate de salvare a datelor private, interogări pe date criptate și contracte inteligente pentru asigurarea integrității datelor, astfel încât datele introduse în dispozitivul hardware să poată fi accesate doar de inspectorul de daună și de fermier, în vederea realizării unui dosar de daună.

Revendicări: 5  
Figuri: 3

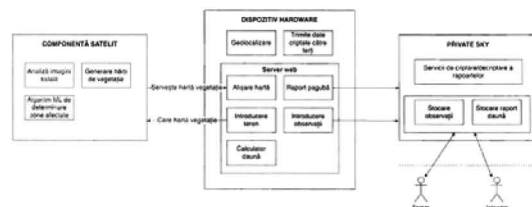
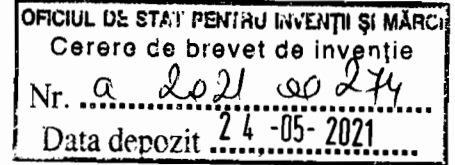


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



**Sistem pentru evaluarea daunelor din agricultură bazat pe imagini satelitare și  
mecanisme de data privacy**



Invenția se referă la un sistem de evaluare a daunelor din agricultură precum și la o metodă asociată care să permită accesul unidirecțional la datele cu valoare adăugată introduse de asiguratorii în sistem.

Conducerea unei ferme a implicat întotdeauna o mulțime de riscuri. În ultimii 10 ani companiile de asigurări au început în România să ofere produse de asigurare pentru fermierii români: asigurări de producție, de secetă sau pentru evenimente meteo extreme.

În cazul unei daune, realizarea dosarului de daună nu este simplă. Inspectorii de daună din partea asiguratorilor din agricultură se deplasează la fermier, pentru a evalua pagubele produse de diverse fenomene naturale pe parcelele asigurate de către fermier. În prezent, evaluarea se bazează pe experiența inspectorului de daună care estimează cât de mult a fost afectată cultura dintr-o anumită parcelă. Problemele curente sunt cauzate de faptul că parcelele asigurate au suprafețe mari (media fiind 75 de hectare), nu sunt omogene din punctul de vedere al productivității, mai ales în contextul unor evenimente meteo extrem de localizate, ceea ce face evaluarea pagubelor extrem de dificilă și de costisitoare, ducând la costuri suplimentare pentru polițele de asigurare.

Invenția propusă reduce foarte mult timpul de evaluare al pagubei și crește acuratețea evaluării la nivelul parcelei și prin folosirea imaginilor satelitare ca observator independent se poziționează ca un arbitru între părțile implicate, ajutând la încheierea unui acord rapid.

În cele ce urmează pentru a simplifica explicațiile vom folosi următoarele notații pentru actorii implicați în sistem:

- *Inspector* - reprezentantul firmei de asigurări, expert ce evaluează pagubele
- *Fermier* - utilizator ce reprezintă ferma

Sistemul pe care ne dorim să-l brevetăm va atinge următoarele obiective:

- realizarea unei evaluări corecte a daunelor îmbinând experiența reprezentantului firmei de asigurări cu tehnici de învățare automată pe date din imagini satelitare.
- asigurarea confidențialității datelor introduse de reprezentantul firmei de asigurări față de furnizorul de date/algoritmi de învățare.



Rector,  
Prof. Dr. Tudor Ci Poader

Sistemul, detaliat în Figura 1, cuprinde un dispozitiv hardware dedicat, denumit în continuare *Dispozitiv*, destinat a fi conectat prin intermediul internetului la mai multe sisteme și aplicații de tip cloud, o componentă de analiză de imagini satelitare, denumită în continuare *Componentă Satelit* și o componentă care asigură confidențialitatea datelor introduse, mai precis separarea informației introdusă de inspectorul de daună de componenta de analiză de imagini, bazată pe sistemul *PrivateSky*.

Obiectivele menționate mai sus, precum și altele care vor reieși mai clar din descrierea detaliată care urmează, sunt rezolvate prin intermediul sistemului de evaluare daune în conformitate cu revendicarea independentă 1 și a metodei de stocare a datelor confidențiale în conformitate cu revendicarea independentă 5.

Componenta Satelit determină harta de vegetație a culturii pe baza analizei imaginilor multispectrale provenite de la satelitul Sentinel-2, un satelit destinat agriculturii, lansat în orbită de Uniunea Europeană în 2017, care de la o altitudine de 786 km transmite la sol în flux continuu imagini raster multispectrale despre starea plantelor. Precizia este de 10 metri (o valoare numerică la fiecare 100m<sup>2</sup>), excelentă pentru agricultură (cultura mare, viticultura, sectorul forestier).

Satelitul trece pe deasupra aceluiași punct de pe Pământ, odată la 3-5 zile, în funcție de latitudine. Măsurătorile furnizate de satelit sub forma unor imagini vectoriale cu aria de 100 km<sup>2</sup>, câte una pentru fiecare dintre cele 13 lungimi de undă acoperind spectrul luminii. Procesul de analiză a imaginilor nu este trivial, corecțiile atmosferice și îndepărtarea norilor fiind necesar a fi făcute înainte de utilizare.

Pe baza coordonatelor spațiale ale unei parcele (forma geometrică și poziționare geografică), folosind imaginile raster pentru lungimea de undă roșie și infraroșu, prin aplicarea formulei de NDVI (indicele de vegetație diferență normalizată) putem construi o hartă a vegetației la data observației.

$$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$$

unde Red și NIR sunt măsurători de reflectanță spectrală în regiunile roșii și în infraroșu apropiat.



Rector,  
Prof. Dr. Tudorel Toader

Valorile apropiate de zero corespund în general zonelor sterpe de cultură. Valorile scăzute, pozitive reprezintă cultură incipientă sau afectată, în timp ce valorile ridicate indică cultura sănătoasă (valori care se apropie de 1).

Utilizând tehnici de învățare automată componenta va furniza Dispozitivului o împărțire a parcelei în mai multe cadrane, cu aria de 100m<sup>2</sup>, cu valori numerice cuprinse între 0 și 1, care reflectă în mod direct gradul de sănătate al culturii, precum și punctele sugerate pentru inspecție.

*Dispozitivul dedicat Inspectorului oferă mijloacele necesare de a estima paguba raportată de fermier prin punerea la dispoziție a următoarelor funcționalități:*

- identificarea geospațială a parcelei folosind localizarea GPS
- afișarea hărții vegetației culturii furnizată de Componenta Satelit
- generarea rutei de inspecție
- introducerea observațiilor
- evaluarea pierderilor de productivitate la nivelul parcelei pe baza datelor observate

*Inspectorul* introduce în *Dispozitiv* coordonatele geospațiale ale parcelei, care va interoga *Componenta Satelit* pentru afișarea hărții de vegetație a culturii, precum și punctele sugerate de observație din zonele afectate. *Dispozitivul* îl va ghida pe *Inspector* către punctele din parcelă de unde vor fi introduse observații referitoare la pagubele produse și anume estimarea productivității din acel punct, exprimată în tone la hectar. Pe baza valorilor introduse dispozitivul *Dispozitivul* va returna, pe baza hărților de vegetație primite de la *Componenta Satelit*, productivitatea la nivel de parcelă. La finalizarea observațiilor, un raport de evaluare va fi produs, în care va apare diferența dintre productivitatea normală, asigurată și cea estimată în urma daunei.

Pentru asigurarea confidențialității datelor introduse de inspectorul de daună, o componentă crucială este platforma *PrivateSky*, care oferă metode avansate de salvare a datelor private, interogări pe date criptate și contracte inteligente pentru asigurarea integrității datelor. Astfel, datele introduse în *Dispozitiv* sunt salvate direct în componenta *PrivateSky* de acolo putând fi accesate doar de *Inspector* și de *Fermier*, în vederea realizării dosarului de daună, nicio altă componentă sau persoane neavând acces la aceste date.

De această invenție pot beneficia inclusiv fermierii, care își pot măsura precis potențialul de productivitate al diverselor culturi cu mult timp înainte de recoltă. Rapoarte



Rector,  
Prof. Dr. Tudorel Toader

săptămânale ale culturilor precum și rapoarte generale la final de sezon ajută fermierii să poată aplica tratamente la timp pentru zonele afectate, să aleagă corect soiurile pentru sezonul următor, pe baza productivității din sezonul curent. Nevoile de stocare și transport vor fi clar definite înainte de recoltă. În acest fel vom avea cuantificări aproape de realitate și nu estimări intuitive.

Totodată componenta de izolare a datelor confidențiale între mai mulți actori pentru ca un furnizor de servicii să nu beneficieze și de datele cu valoare adăugată oferită de utilizatori poate fi folosită în orice sistem în care poate fi formată o buclă de învățare și în care datele utilizatorilor sunt foarte valoroase și aceștia nu își doresc să le ofere în mod gratuit. Ținând cont de multitudinea sistemelor ce promit inteligență artificială și învățare automată această componentă va putea interveni într-o multitudine de scenarii.

Stadiul tehnicii cuprinde de asemenea o multitudine de soluții referitoare la prelucrarea imaginii satelitare atât cu scopul de a evalua pagubele cum este în cazul patentului US10007992B1 cât și pentru a preveni pierderile în agricultură, cum este în cazul patentului US10062119B2.

Mai multe patente au ca scop evaluarea productivității în agricultură (US10188037B2) precum și modul de deplasare în câmp (US20200319649A1, RU2722069C2) pentru a atinge anumite puncte cheie.

Patentul US10007992B1 descrie o metodă și un sistem prin care se pot evalua daunele avute de o proprietate asigurată prin intermediul unor imagini obținute cu ajutorul unei drone, unui avion sau al unui satelit. Metoda nu atinge domeniul agricol unde tipurile de prelucrări de imagini sunt complet diferite și nici nu implică feedback de la sol. Cu atât mai puțin este menționat aspectul de siguranță și de privacy al datelor.

Patentul US10062119B2 utilizează date satelitare și sisteme de localizare pentru a reduce pierderile în agricultură și de a minimiza plățile făcute de societățile de asigurări. Patentul utilizează indicatori ca NDVI pentru a estima cantitatea de biomasă din teren și implicit pentru a prezice productivitatea. Diferențele majore între acest patent și cel propus de noi sunt date de faptul că productivitatea poate varia foarte mult într-un teren și de cele mai multe ori o estimare medie la nivelul unui singur teren este defectuoasă. Astfel sistemul propus de noi împarte terenul în arii de productivitate diferită și folosește și input uman pentru a îmbunătăți estimarea. O altă diferență majoră este dată de faptul că inputul uman este



Rector,  
Prof. Dr. Tudorel Toader

ascuns furnizorului de servicii de prelucrare a datelor satelitare, fiind o cunoștință cu valoare adăugată ce rămâne în posesia exclusivă a utilizatorului.

Patentul US10188037B2 descrie o metodă și un dispozitiv pentru a estima productivitatea unui teren. Rezultatele descrise de acest patent sunt însă bazate pe senzori aflați la sol și montați pe combina agricolă. Segmentarea terenului în funcție de productivități diferite este realizată de combină iar estimarea locală a productivității este bazată pe date de la senzori diferiți obținuți iarăși la sol și nu pe baza unor date satelitare. Este posibil ca rezultatele oferite de această invenție să fie mai bune dar obținerea datelor necesită un cost mult mai mare pentru utilizator fiind necesare măsurători repetate la fața locului cu un dispozitiv deosebit de costisitor.

O componentă de planificare a unui drum într-un câmp este descrisă de patentul US20200319649A1. Acesta propune o rută pentru o combină agricolă și un dispozitiv pe care să fie afișată și ajustată în timp real. Componenta de calcul a rutei este singurul punct comun cu aplicația noastră, modul de calcul, datele de intrare și modul de utilizare al datelor de ieșire fiind complet diferite.

Un sistem similar cu cel din patentul precedent este descrisă în patentul RU2722069C2. Acesta are ca scop generarea unei rute pentru o combină în vederea recoltei. Sensorii din teren identifică zonele moarte din câmp pentru a optimiza recoltarea de pe suprafețele cele mai bune.

Alte obiective, caracteristici și avantaje ale invenției vor reieși mai clar din următoarea descriere detaliată a unui exemplu de realizare ilustrativ, dar nu limitativ, a sistemului și metodei conform invenției, dată în legătură cu figurile anexate, în care:

Figura 1 este o diagramă schematică a funcțiilor asociate cu dispozitivul hardware dedicat destinat utilizatorului sistemului conform prezentei invenții;

Figura 2 este o diagramă schematică a interfeței sistemului destinată utilizatorului conform prezentei invenții;

Fig. 3 este o diagramă schematică de utilizare a invenției în cazul evaluării unei daune;



Rector,  
Prof. Dr. Tudorel Toader

**REVENDICĂRI**

1. Sistem informatic de evaluare a daunelor în agricultură, cuprinzând un dispozitiv hardware dedicat destinat a fi conectat la servicii de cloud și prin care utilizatorul poate accesa o platformă de prelucrare inteligentă a imaginilor satelitare și un furnizor de servicii de privacy;
2. Sistem de evaluare a daunelor în agricultură conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că parcela agricolă ce urmează a fi evaluată este analizată de o platformă de prelucrare inteligentă a imaginilor satelitare și este împărțit în mai multe sectoare ce au caracteristici comune din punctul de vedere al daunelor probabile.
3. Sistem de evaluare a daunelor în agricultură conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că inspectorul de daună primește de la platforma de prelucrare inteligentă a imaginilor satelitare o serie de coordonate GPS unde este necesar să evalueze productivitatea terenului.
4. Sistem de evaluare a daunelor în agricultură conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că datele introduse de inspectorul de daună în dispozitivul hardware dedicat sunt stocate într-un repository oferit de un furnizor de servicii de privacy de unde vor putea fi accesate doar de firma de asigurare și de către fermier.
5. Metodă de evaluare a daunelor utilizând un sistem conform revendicării 1, în care metoda cuprinde etapele de:
  - a. asigurare a unui dispozitiv hardware conectat la internet și care permite localizare GPS, prin intermediul căruia utilizatorul poate accesa o platformă ce furnizează servicii de analiză de imagini satelitare și o alta în care poate salva datele
  - b. creare cont pe platformele menționate
  - c. adăugare teren ce trebuie evaluat pe platforma de analiză
  - d. platforma de analiză generează coordonate GPS de unde utilizatorul trebuie să estimeze productivitatea
  - e. utilizatorul introduce în dispozitiv productivitatea estimată dintr-un punct de observație și aceasta îi returnează productivitatea la nivelul întregii parcele
  - f. raportul de daună, care cuprinde diferența dintre productivitatea estimată și cea observată este salvat într-un sistem cloud ce asigură confidențialitatea datelor.



Rector,  
Prof. Dr. Tudorel Ioader

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Tudorel Ioader", written over the typed name.

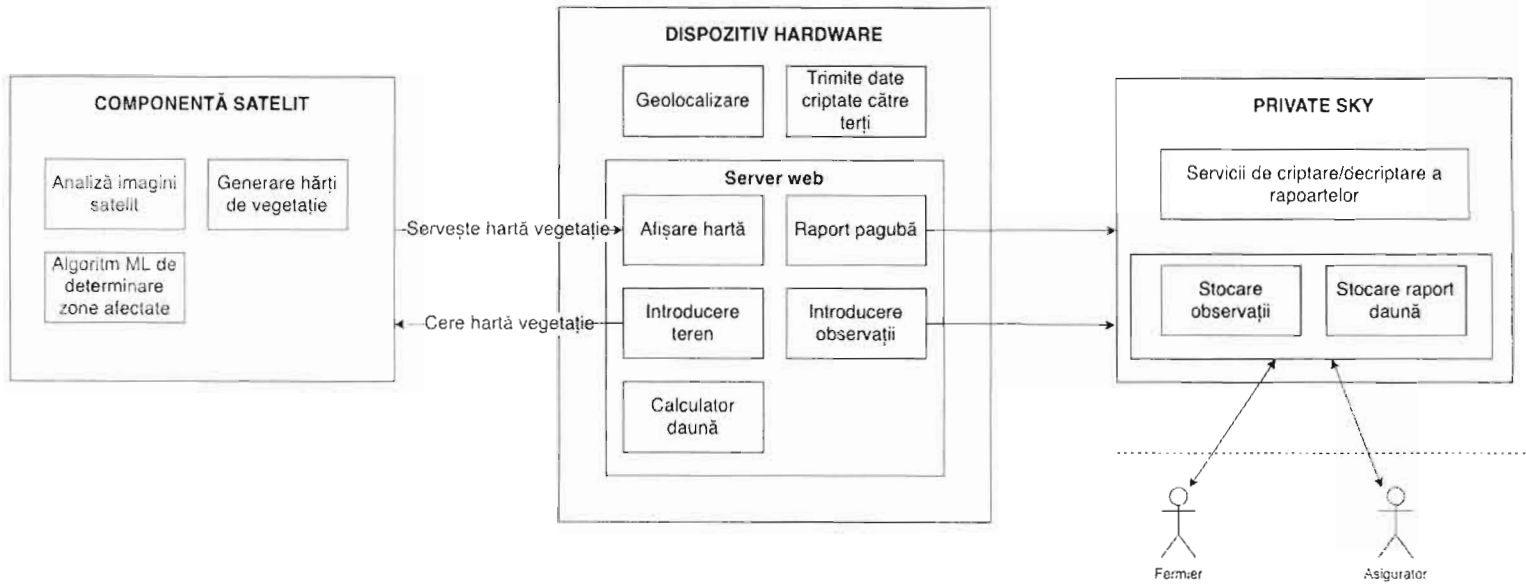


Figura 1 Componente sistem

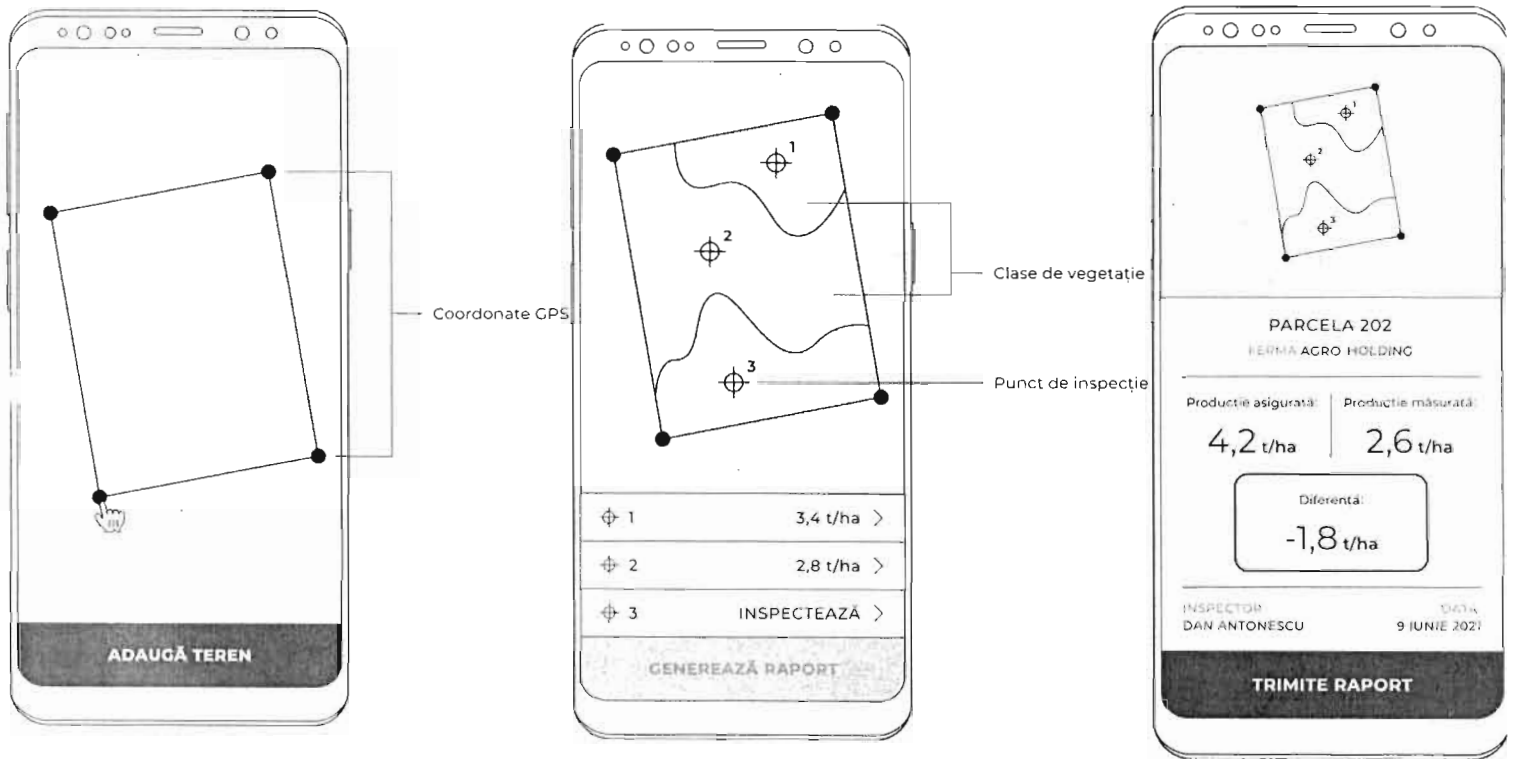


Figura 2 Dispozitiv hardware



Rector,  
Prof. Dr. Tudorel Toader



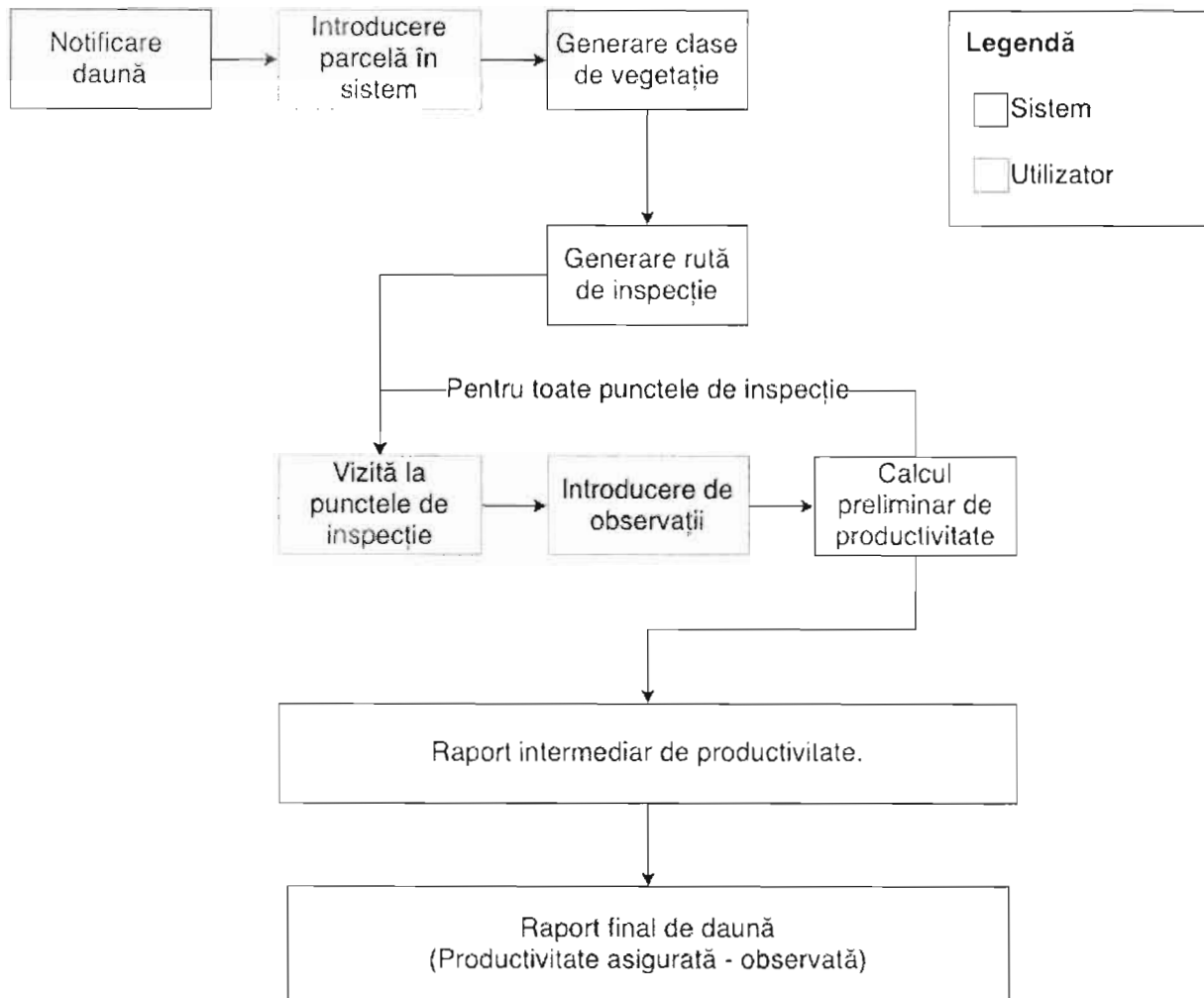


Fig. 3. Flux de utilizare



Rector,  
Prof. Dr. Tudorel Toader