

Nr. contract: 15 N/27.02.2009

SISTEM DE PROCESARE A DATELOR DE ELECTRO- CONDUCTIVITATE A SOLULUI PENTRU INTERPRETAREA HĂRȚILOR DE CULTURĂ

ETAPE DE EXECUȚIE:

Nr. crt	Denumire etapa	Termen de predare
1.	<i>Studiu de fundamentare științifică privind posibilitățile de utilizare a electro-conductivității solului pentru localizarea zonelor cu productivitate scăzută</i>	10.04.2009
2.	<i>Realizarea modelelor de hărți agricole pentru determinarea conductivității</i>	15.08.2009
3.	<i>Realizarea modelelor de hărți agricole pentru determinarea productivității</i>	15.08.2010
4.	<i>Metodă de procesare privind folosirea datelor de electro-conductivitate a solului pentru interpretarea hărților de cultură. Diseminarea pe scară largă.</i>	15.02.2011

ETAPA 1

REZULTATE PRECONIZATE PENTRU ATINGEREA OBIECTIVULUI ETAPEI:

Studiu de fundamentare științifică privind posibilitățile de utilizare a electro-conductivității solului pentru localizarea zonelor cu productivitate scăzută

REZULTATE OBTINUTE:

- Elaborarea unui studiu de fundamentare științifică privind posibilitățile de utilizare a electro-conductivității solului pentru localizarea zonelor cu productivitate scăzută conform conceptului de *agricultură de precizie* cuprinde:
 - rolul electro-conductivității (EC) solului în perfecționarea tehnicilor de cultură în agricultura de precizie;
 - echipamente și metode pentru determinarea / măsurarea electro-conductivității (EC) solului;
 - situația actuală a utilizării electro-conductivității solului;
 - noțiuni de cartare a solurilor agricole;
 - sisteme de informații geografice (GIS) utilizate pentru cartarea solurilor;

Pentru ca producția agricolă din România să poată fi competitivă, este necesar a fi găsite soluții optime de valorificare superioară a condițiilor naturale, de climă și sol, a resurselor umane, a celor biologice și tehnologice, a resurselor materiale și financiare și, pe de altă parte, de valorificare a șanselor care decurg din evoluția pieței interne și internaționale. Este cunoscut că România dispune de o mare suprafață arabilă, care o situează pe unul din primele locuri în Europa. Se uită însă faptul că o mare parte din solurile țării sunt sărace, acide, cu un conținut scăzut de azot și fosfor. O valorificare eficientă a importanței resurselor naturale, reprezentată de suprafața arabilă, pune în fața cercetării dificila problemă de a găsi noi soluții pentru valorificarea superioară a acestor „soluri problemă”.

Agricultura de precizie (AP) – este un model care este pe cale de aplicare în toate țările foarte dezvoltate și urmărește o gestionare modulată a intrărilor (semințe, apă de irigat, îngrășăminte, fungicide, erbicide, insecticide) prin adaptarea lucrărilor solului, al semănatului, al îngrășămintelor, la caracteristicile de heterogenitate ale parcelei. Agricultura de precizie, fiind agricultura văzută ca o aplicație a mecatronicii, face loc unei noi metodologii (aceasta țintește către un nou sistem agricol) care poate fi cheia mai multor probleme.

Îmbunătățirea calității recoltelor și a randamentelor este necesară în sistemele de agricultură modernă. O cerință necesară pentru costurile de producție este ca acestea să fie cât mai mici posibile pentru a garanta competitivitatea pe piață. Realizarea acestor scopuri implica folosirea managementului complex și controlul sistemelor pentru a reglementa, într-un mod eficient, o cantitate mare de variabile fizice interactive. Progresele recente în hardware și software precum microprocesoarele și microcontolerele, conduc la integrarea controlului complex și managementul task-urilor în exploatarea agricole.

Electro-conductivitatea (EC) solului

Electro-conductivitatea (EC) solului este una din determinările cele mai simple și mai puțin costisitoare pentru agricultura de precizie, care pot fi efectuate astăzi. Electro-conductivitatea (EC) solului este o măsurare care integrează multe proprietăți ale solului ce afectează productivitatea culturilor agricole. Acestea includ conținutul de apă, textura solului, materia organică a solului (OM), adâncimea până la stratul de argilă, capacitatea de schimb de cationi (CEC), salinitatea, calciu, magneziu. **Electro-conductivitatea (EC)** este abilitatea unui material de a transmite (conduce) un curent electric și se exprimă de obicei în miliSiemens/ metru (Ms/m).

ETAPA 2

REZULTATE PRECONIZATE PENTRU ATINGEREA OBIECTIVULUI ETAPEI: “Realizarea modelelor de hărți agricole pentru determinarea conductivității”

REZULTATE OBTINUTE:

Încercările de câmp - laborator, s-au efectuat în următoarele condiții:

LOCAȚIE	TIP DE SOL
INCDA FUNDULEA	brun roșcat de pădure
SCDA ȘIMNIC-CRAIOVA	brun roșcat luvic
USAMV TIMIȘOARA	cernoziom cambic
SCDA VALUL LUI TRAIAN	cernoziom vermic
Poligon INMA BUCUREȘTI	brun roșcat de pădure

Rezultate experimentale - realizarea modelelor experimentale de hărți agricole prin determinarea electro-conductivității

Locație INCDA FUNDULEA

Încercările pentru determinarea EC solului cu ajutorul platformei mobile VERIS 3150 în locația INCDA Fundulea, pe tipul de sol brun roșcat de pădure au avut loc atât pe teren prelucrat, cât și pe un teren neprelucrat, urmărindu-se existența unor diferențe majore între EC solului.

1. **Parcelă I - teren prelucrat**, 7,5 hectare, cultura ce urma să fie înființată după efectuarea probelor fiind floarea-soarelui, după cum se poate observa și din imagine obținută cu ajutorul Google Earth (fig. 2) și cu sistemul informatic geografic - GIS. Probele de EC ale solului au fost obținute cu ajutorul platformei mobile VERIS 3150 în agregat cu un tractor U650M (fig. 4).



Fig. 3 - Localizare parcela experimentală FUNDULEA (teren prelucrat)



Fig. 4 - Platforma VERIS 3150 în lucru în locația INCDA FUNDULEA (I - teren prelucrat)

În urma parcurgerii întregii suprafețe a parcelei cu ajutorul platformei VERIS 3150 cu o viteză a tractorului cuprinsă între 8-14 km/h au rezultat un număr de 5 fișiere VSEC (format ASCII) fiecare având un anumit număr de KB care diferă în funcție de viteza de deplasare a tractorului și intervalul de oprire al încercărilor pentru verificarea datelor de EC (electro-conductivitate) colectate. După verificarea celor 5 fișiere – VSEC și eliminarea datelor eronate, au rezultat în final 2002 șiruri de date brute de EC (electro-conductivitate) ce au fost unite într-un singur fișier pentru crearea hărții agricole ale terenului respectiv în funcție de EC solului. Datele brute de electro-conductivitate achiziționate în timpul lucrului au fost prelucrate pentru obținerea modelelor experimentale de hărți de EC ale solului, cu ajutorul unor softuri specializate pentru realizarea acestui deziderat. Astfel pe baza datelor se întocmește harta de electro-conductivitate atât pentru EC de suprafață care reprezintă *electro-conductivitatea* solului analizat la o adâncime de 30 cm, cât și harta de electro-conductivitate pentru EC de adâncime care reprezintă *electro-conductivitatea* solului la o adâncime de 90 cm.

Modelele de hărți obținute la INCDA FUNDULEA, tip sol brun roșcat de pădure, sol prelucrat, este reprezentată în figura 5.

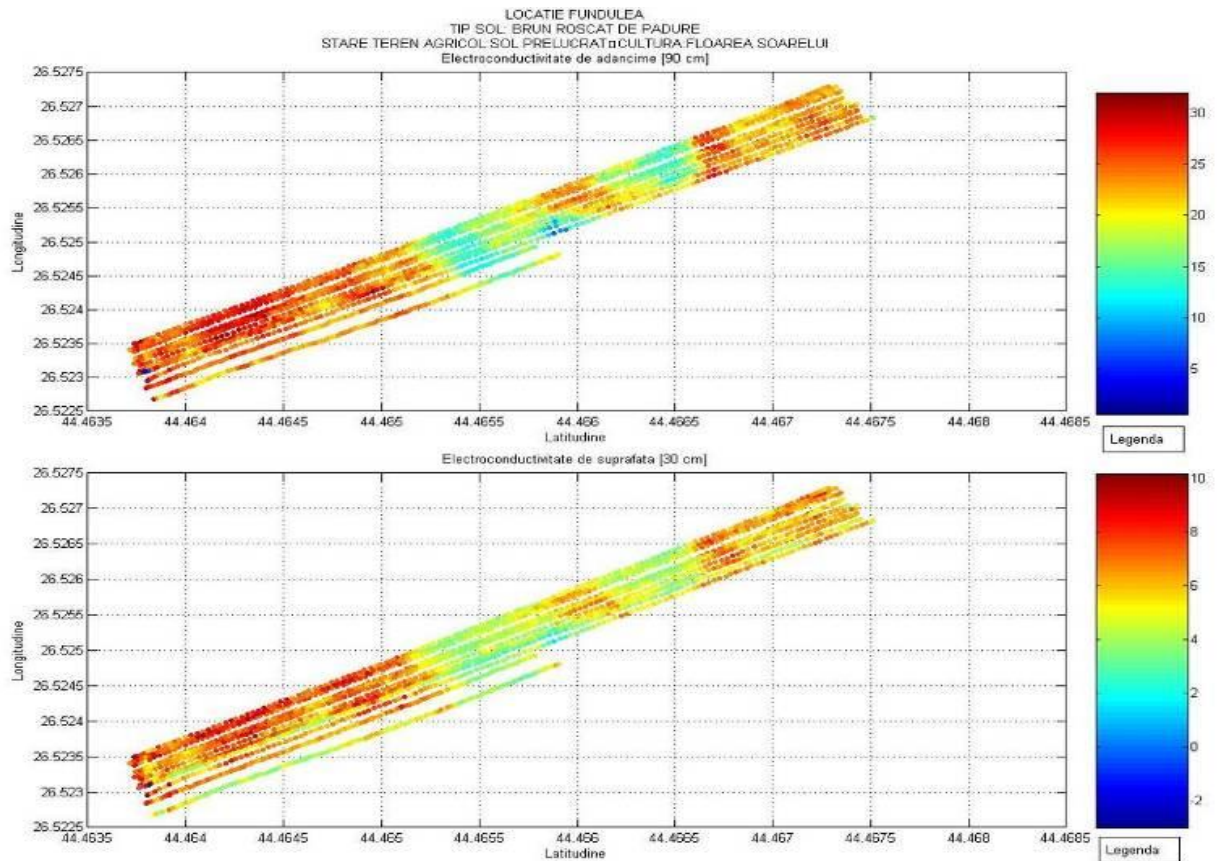


Fig. 5 - Model experimental de harți agricole în funcție de EC solului (INCA Fundulea - sol prelucrat)

De asemenea au fost realizate o serie de histograme (fig.6 și fig.7) din care se poate observa domeniul dominant de electro-conductivitate pentru fiecare harta obținută atât pentru cea de EC de adâncime cât și de suprafață, efectuându-se de asemenea și un raport între cele două tipuri distincte de electro-conductivitate prin crearea unei noi hărți de EC.

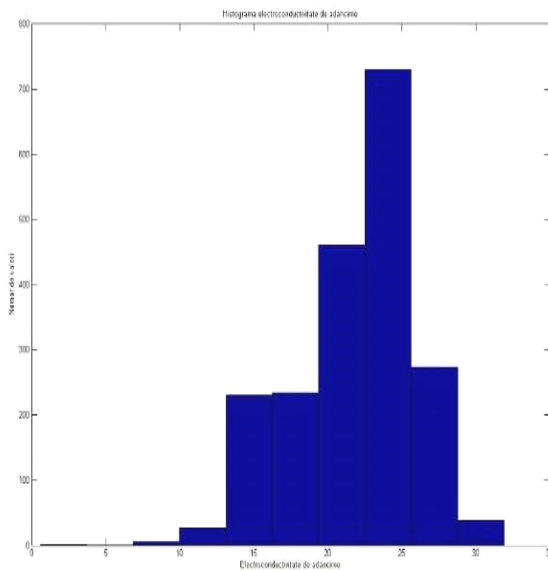


Fig. 6 - Histograma EC de adâncime (sol prelucrat)

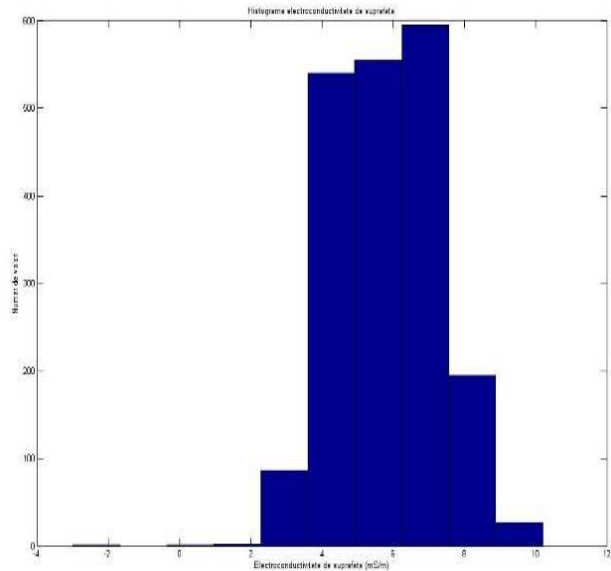


Fig. 7 - Histograma EC de suprafață (sol prelucrat)

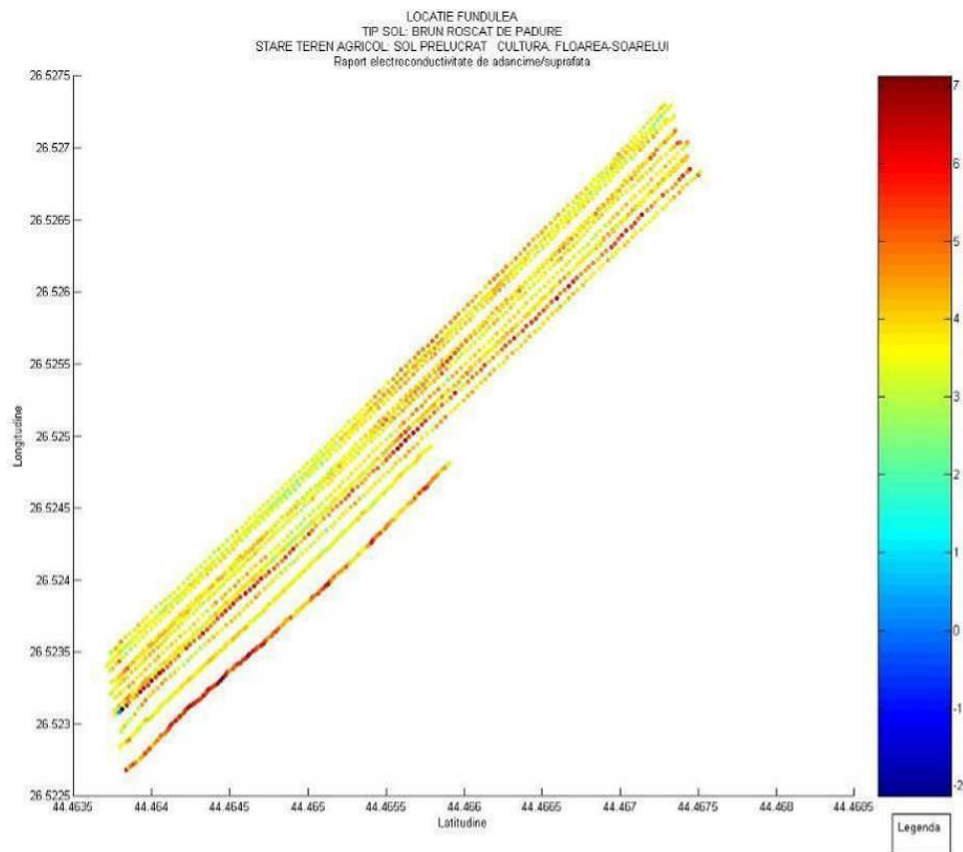


Fig. 8 - Model de hartă de EC rezultat în urma raportului dintre electro-conductivitatea de adâncime/suprafață ((INCDA Fundulea - sol prelucrat)

2. **Parcelă II - teren neprelucrat**, 0,5 ha, tip sol brun roșcat de pădure, prezentată în următoarea imagine preluată cu ajutorul Google Earth.



Fig. 9 - Localizare parcelă experimentală FUNDULEA - teren neprelucrat



Fig. 10 - Platformă VERIS 3150 în lucru, în teren neprelucrat

În urma parcurgerii întregii suprafețe a parcelei cu ajutorul platformei VERIS 3150 cu o viteză a tractorului cuprinsă între 8÷14 km/h au rezultat după prelucrarea datelor brute din fișierul VSEC, un număr de 713 șiruri-date de EC.

Pe baza datelor se întocmește harta de EC de suprafață care reprezintă *electro-conductivitatea* solului analizat la o adâncime de 30 cm, cât și harta de EC de adâncime care reprezintă *electro-conductivitatea* solului la o adâncime de 90 cm.

Modelele de hărți de electro-conductivitate obținute la INCDA FUNDULEA pe baza datelor prelucrate pentru tipul de sol brun roșcat de pădure, **neprelucrat** sunt reprezentate în figura 11:

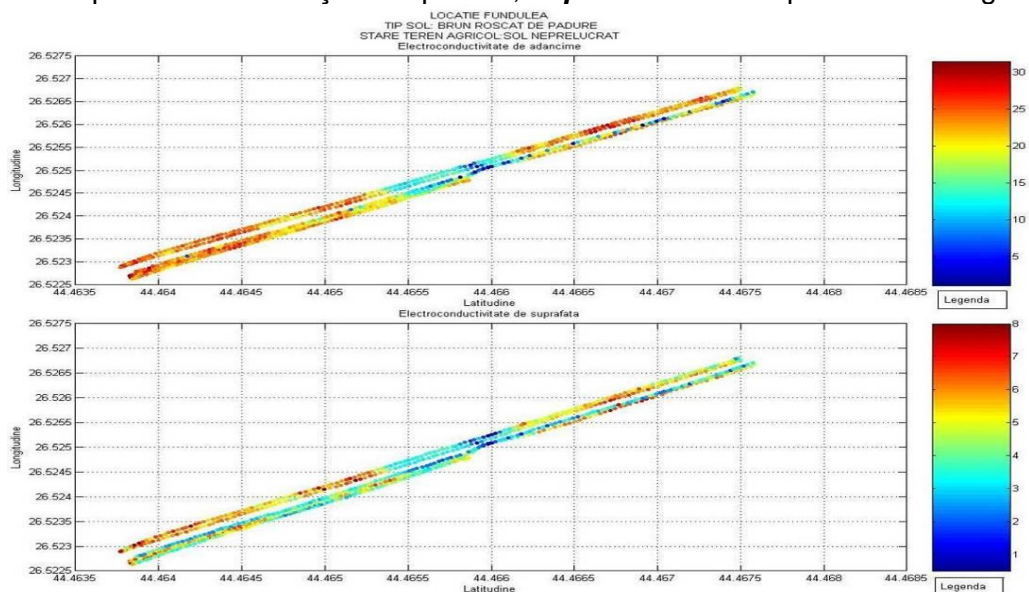


Fig. 11 - Model experimental de hărți agricole în funcție de EC solului (Fundulea - sol neprelucrat)

Histograme din care se poate observa domeniul predominant de electro-conductivitate pentru fiecare harta obținută atât pentru cea de EC de adâncime cât și de suprafață sunt prezentate în figurile 12 și 13.

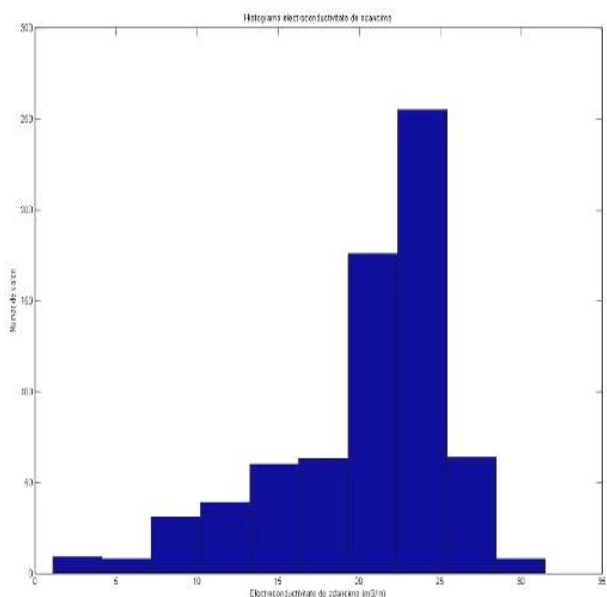


Fig. 12 - Histograma EC de adâncime (sol neprelucrat)

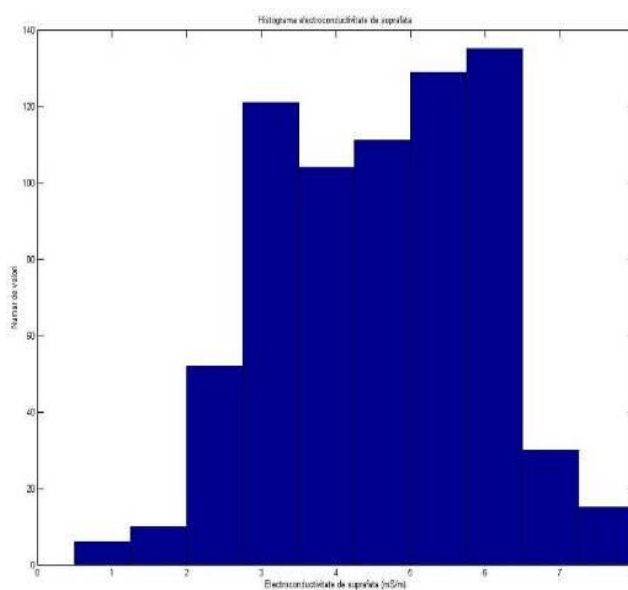


Fig. 13 - Histograma EC de suprafață (sol neprelucrat)

Prin efectuarea raportului între cele două tipuri distincte de electro-conductivitate a rezultat următorul model experimental de hartă de EC pentru sol neprelucrat din locația INCDA FUNDULEA (fig. 14).

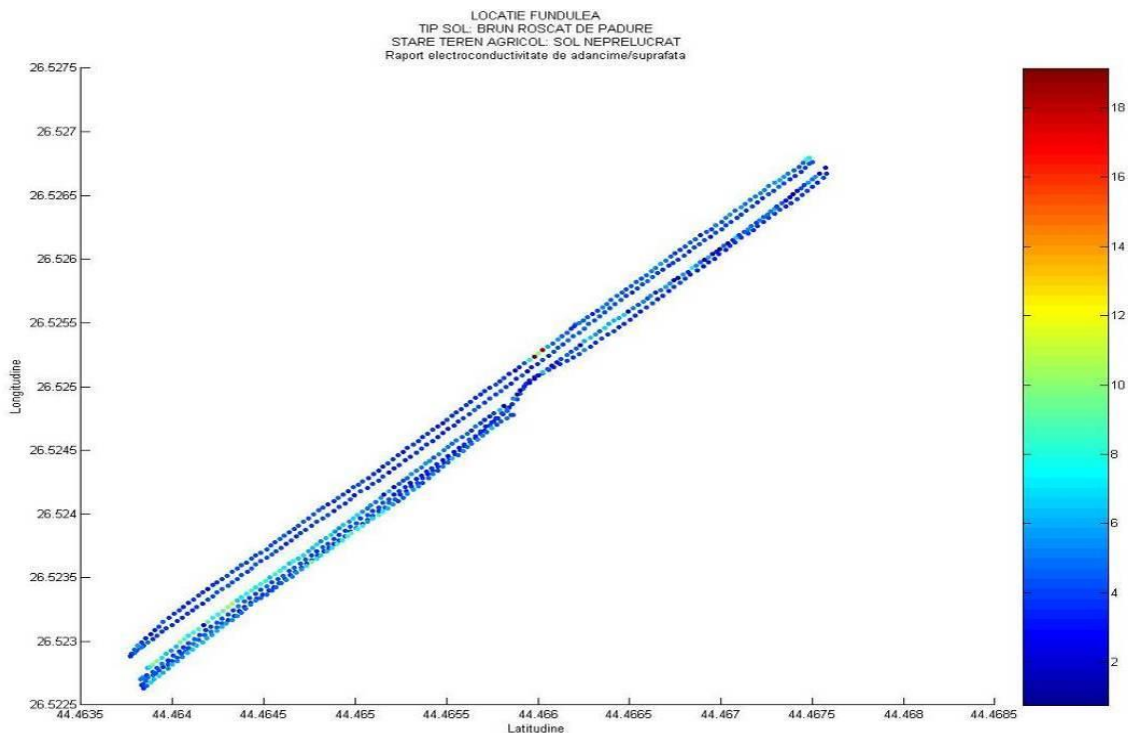


Fig. 14 - Model de hartă de EC rezultat în urma raportului dintre electro-conductivitatea de adâncime/suprafață (INCDA Fundulea - sol neprelucrat)

În urma analizei efectuate asupra datelor de electro-conductivitate obținute în cadrul locației INCDA FUNDULEA se pot trage primele concluzii preliminare, prezentate în următorul tabel.

Tabel 1

Starea solului	Interval de EC preponderent
1. Sol Prelucrat	
EC Adâncime	20÷25 mS/m
EC Suprafată	6÷8 mS/m
Raport EC Adâncime / EC Suprafată	3÷5 mS/m
2. Sol Neprelucrat	
EC Adâncime	20÷25 mS/m
EC Suprafată	5÷6 mS/m
Raport EC Adâncime / EC Suprafată	2÷4 mS/m

Dintr-o primă analiză se poate constata că în cazul solului brun roșcat de pădure întâlnit în prima locație supusă încercărilor de EC cu ajutorul platformei VERIS 3150 că valorile de EC înregistrate sunt apropiate pentru *solul prelucrat* și cel *neprelucrat*. Acest lucru poate fi legat de proprietățile fizice, chimice și mecanice apropiate întâlnite pe cele două parcele agricole.

De asemenea au fost recoltate probe de sol pentru determinarea umidității solului la etuvă (metoda clasică) cât și cu ajutorul unui umidometru digital.



Fig. 15 - Determinarea umidității solului la etuvă și cu umidometrul digital
Umiditatea solului obținută este prezentată în tabelul 2.

Tabel 2

Stare sol	Adâncimea [cm]	Umiditatea [%]
1. Sol prelucrat	0÷5	8,75
	5÷10	11,24
	10÷20	15,16
	20÷30	17,23
2. Sol neprelucrat	0÷5	8,75
	5÷10	11,24
	10÷20	15,16
	20÷30	17,23

Un alt factor fizic important ce influențează electro-conductivitatea solului este temperatura acestuia. Aceasta a fost măsurată cu ajutorul unui termometru digital, după cum se poate observa din figura 16. Astfel în urma sondării terenului s-a ajuns la o valoare medie de temperatură de **16,04°C**.



Fig. 16 - Măsurare temperatură sol.

ETAPA 3

REZULTATE PRECONIZATE PENTRU ATINGEREA OBIECTIVULUI ETAPEI: *“Realizarea modelelor de hărți agricole pentru determinarea productivității”*

REZULTATE OBȚINUTE:

Bonitarea terenurilor agricole reprezintă o acțiune complexă de cercetare și de apreciere cantitativă a principalelor condiții care determină creșterea și rodirea plantelor, de stabilire a gradului de favorabilitate a acestor condiții pentru fiecare folosință și cultură. Deoarece capacitatea de producție a terenurilor se modifică sub influența factorilor naturali, dar mai ales a intervenției omului, bonitatea trebuie actualizată în permanență.

Prin lucrările de cartare pedologică și de bonitare cadastrală a solurilor se realizează baza de date grafice și descriptive necesară pentru inventarierea, clasificarea și evaluarea resurselor de sol dintr-un spațiu geografic, care poate să fie reprezentat de o exploatare agricolă sau de un teritoriu administrativ-cadastral. Învelișul de soluri este studiat în raport cu factorii naturali și antropici ce îi determină însușirile și respectiv, fertilitatea naturală, cu diferite favorabilități pentru creșterea și dezvoltarea itocenozelor agrare sau naturale.

Prin realizarea lucrărilor de bonitare a terenurilor agricole se cer rezolvate următoarele probleme:

1. Precizarea capacității de producție a terenului pentru diferite plante de cultură, plantații pomicole și viticole și pajiști naturale;
2. Precizarea celor mai raționale repartiții a culturilor pe teritoriu, respectiv fundamentarea lucrărilor de zonare și profilare a producției agricole;
3. Stabilirea cauzelor care limitează capacitatea de producție și evidențierea lor în vederea diminuării sau înlăturării efectelor negative care limitează recoltele;
4. Fundamentarea măsurilor economice pentru evidențierea și comensurarea rentei funciare diferențiale în vederea preluării și redistribuirii acesteia, pentru asigurarea echității social-economice pentru toți lucrătorii din agricultură.

SISTEME DE MONITORIZARE A PRODUCȚIEI

Componenta fundamentală a unui sistem de monitorizare a producției este un senzor de producție care măsoară debitul de cereale din culegătorul mașinii de recoltat și afișează informația la postul de conducere. Când se utilizează un senzor de umiditate sistemul are capacitatea de a furniza date precum umiditatea optimă la hectar, umiditatea medie, etc. Aceasta informație este actualizată pe o bază continuă, de obicei o dată la două secunde. Când senzorii de producție și umiditate sunt combinați cu un GPS (SISTEM DE POZIȚIONARE GLOBALĂ), aceștia furnizează date despre producția locală care poate fi utilizată pentru generarea de hărți ale producției. Aceste hărți ilustrează grafic variația de producție pe câmp și permite fermierul să ia deciziile corecte.

Componentele sistemului de monitorizare a producției

Componentele de bază ale unui sistem de monitorizare a producției sunt:

- Senzorul de producție – măsoară debitul de cereale în timp;
- Senzorul de viteză – indică viteza de lucru pentru a se putea calcula recolta după suprafața luată în studiu;
- Senzorul de umiditate – măsoară umiditatea cerealelor, valoarea obținută fiind o mediere a umidităților obținute în timpul recoltării;
- Receptor GPS – receptor de semnal și poziții de la sateliții sistemului de poziționare globală;
- Receptor diferențial de corecție – semnalele GPS sunt corectate furnizându-se date mult mai precise asupra locației;
- Interfață de operare – primește date de la operatorul combinei și afișează informații procesate în calculatorul de bord din cabină;
- Senzorul de basculare – senzorii de la platforma combinei la capătul brazdei pentru a prevenii înregistrarea dublă a producției;
- Calculator de bord – montat în cabina combinei, primește date de ieșire de la diferiți senzori și datele de intare de la operatorul combinei, procese și/sau informații privind producția pe un card de memorie specializat (flash memory).

În figura 17 este prezentată diagrama sistemului de monitorizare a producției, iar în figura 18 reprezentarea sistemului informațional și de măsurare prin satelit.

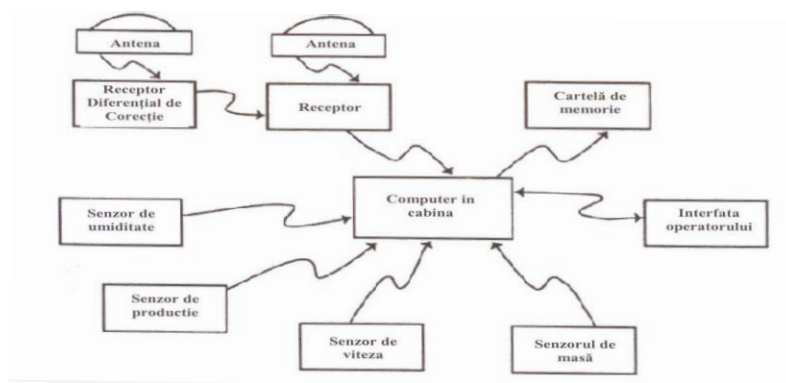


Fig. 17 - Diagrama sistemului de monitorizare a producției

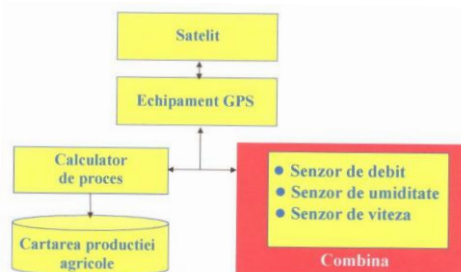


Fig.18 - Reprezentarea sistemului informațional și de măsurare prin satelit propusă

Senzorii de producție sunt fabricați de firme specializate ca: John Deere, Ag Leader, Ag Tech, RDS, Micro Trak, Droningbiorg, Acu Grain, etc. În mod curent, sunt patru tipuri de senzori de producție pe piață, fiecare utilizând o tehnică de măsurare diferită.

REZULTATE EXPERIMENTALE - REALIZAREA MODELOR EXPERIMENTALE DE HĂRȚI AGRICOLE PRIN DETERMINAREA PRODUCTIVITĂȚII

Pentru realizarea modelelor experimentale de hărți agricole prin determinarea productivității solului s-au folosit datele de productivitate obținute cu ajutorul sistemului de monitorizare a producției agricole tip MICRO TRACK în diferite locații din țară unde în anul 2009 s-au efectuat măsurători de electro-conductivitate, respectiv hărți de conductivitate. S-a urmărit efectuarea de probe de productivitate în aceleași locații pentru a se putea realiza în cadrul etapei finale a proiectului compararea datelor și a hărților de electro-conductivitate cu cele de productivitate obținute, cu texturile diferite ale solurilor analizate pentru a stabili o legătură dintre electro-conductivitate, productivitate și principalele fracțiuni minerale ale solului. Pentru realizarea acestui obiectiv au fost realizate în cadrul acestei etape probe de determinare a productivității solului în următoarele locații: INCDA FUNDULEA, USAMV TIMISOARA și INMA BUCUREȘTI.

Locul și perioada încercărilor

Experimentările în câmp-laborator pentru determinarea productivității, s-au efectuat la:

- INCDA Fundulea;
- USAMV Timișoara;
- Poligon INMA București.

Încercările s-au desfășurat în perioada iunie-iulie 2010, iar sistemului MICRO TRACK a fost montat și ajustat pentru fiecare tip de combină și cultură întâlnită în cele trei locații :

- Poligon INMA București: combină C110H, la recoltat rapiță de sămânță, figura 19.



Fig. 19 - Combină C110H la recoltat rapiță

- USAMV Timișoara: combină MDW 527 STS, cultura recoltată a fost grâu, figura 20.



Fig. 20 - Combina MDW 527 STS la recoltat grâu

- INCDA Fundulea: combină experimentală WINTERSEIGR, cultura recoltată a fost grâu pentru sămânță, figura 21



Fig. 21 - Combina WINTERSTEIGR Clasic la recoltat grâu

Caracteristicile terenului de încercare

Încercările de câmp - laborator, s-au efectuat în următoarele condiții:

LOCAȚIE	TIP DE SOL	CULTURĂ
INCDA FUNDULEA	brun roșcat de pădure	grâu de sămânță
USAMV TIMIȘOARA	cernoziom cambic	grâu
Poligon INMA BUCUREȘTI	brun roșcat de pădure	rapiță

REALIZAREA MODELELOR DE HĂRȚII DE PRODUCTIVITATE PE BAZA REZULTATELOR EXPERIMENTALE

Locație INCDA FUNDULEA

Încercările pentru determinarea productivității solului cu ajutorul sistemului de monitorizare a producției tip MICRO - TRACK în locația INCDA Fundulea, pe tipul de sol brun roșcat de pădure au avut loc pe o parcelă experimentală, analizată în anul 2009 din punct de vedere al electro-conductivității, cultivată cu grâu de sămânță, urmărindu-se existența unor diferențe majore la nivelul productivității solului respectiv.

Realizarea modelor experimentale de hărți agricole prin determinarea productivității solului

Realizarea modelor experimentale de hărți agricole prin determinarea productivității solului se va efectua pe baza rezultatelor experimentale de productivitate ale solului brun roșcat de pădure. Pentru realizarea hărților s-au folosit ca suport o parcelă din locația INCDA Fundulea.

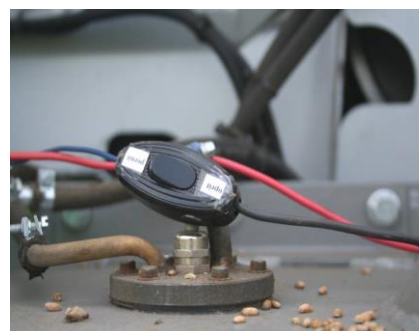
Sistemul de monitorizare a producției MICRO-TRACK a fost montat pe o combină experimentală cu o lățime de lucru de 2 m de tip *WINTERSTEIGR Clasic*, după cum se poate observa și din imaginea obținută cu ajutorul Google Earth (fig. 22 și cu sistemul informatic geografic - GIS. Probele de productivitate ale solului au fost obținute la recoltare cu combina *WINTERSTEIGR Clasic* echipată cu sistemul de monitorizare a producției cerealelor. (fig. 23 și 24)



Fig. 22 - Localizare parcelă de lucru FUNDULEA (cultură grâu experiență pentru sămânță)



Senzor de viteză



Dispozitiv de comandă și control al sistemului Micro Trak

Fig. 23 -Combina WINTERSTEIGR Clasic echipată cu senzorii de debit, viteză ai sistemului de monitorizare a producției de cereale tip MICRO-TRAK în locația INCDA FUNDULEA



Fig. 24 -Combina WINTERSTEIGR Clasic echipată cu sistemul de monitorizare a producției MICRO-TRAK în timpul probelor

În urma parcurgerii întregii suprafețe a parcelei cu ajutorul combinei WINTERSTEIGR Clasic echipată cu sistemul de monitorizare a producției tip MICRO-TRAK au rezultat un număr de 4 fișiere de date în format ASCII, fiecare având un anumit număr de KB care diferă în funcție de viteza de deplasare a combinei și intervalul de oprire al încercărilor pentru verificarea datelor de productivitate colectate. După verificarea celor 4 fișiere ASCII și eliminarea datelor eronate, au rezultat în final 2009 șiruri de date brute de productivitate ce au fost unite într-un singur fișier pentru crearea hărți agricole de productivitate ale terenului respectiv.

Datele brute de productivitate achiziționate în timpul lucrului au fost prelucrate pentru obținerea modelelor experimentale de hărți de productivitate ale solului, cu ajutorul unor softuri specializate pentru realizarea acestui deziderat. Astfel pe baza datelor se întocmește harta de productivitate a parcelei respective.

Modelele de hărți de productivitate obținute la INCDA FUNDULEA, tip sol brun roșcat de pădure, sol cultivat cu grâu experiență pentru sămânță, este reprezentată în figura 25.

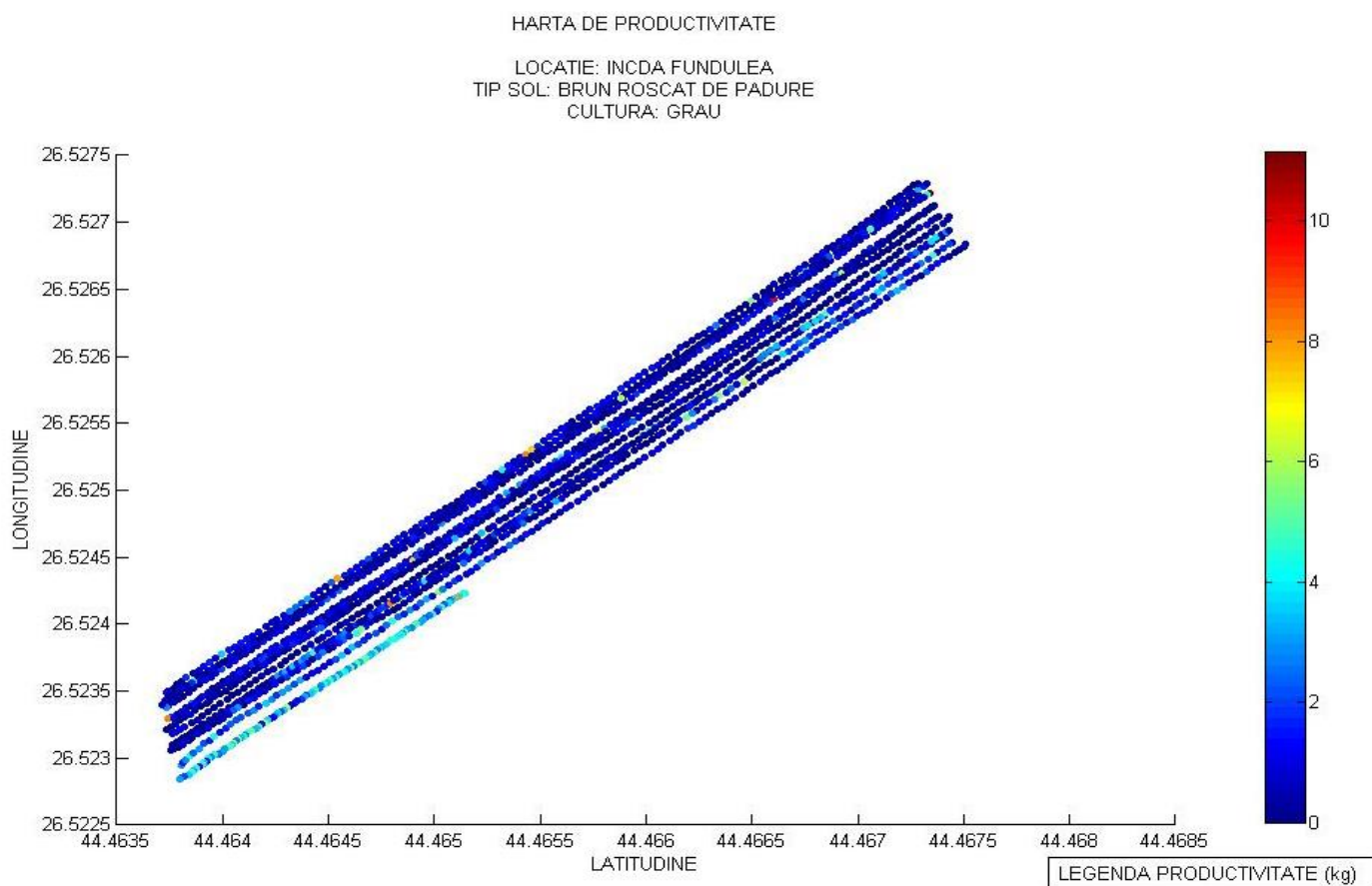


Fig. 25 - Model experimental de hărți agricole în funcție de productivitatea solului (INCDA Fundulea – cultura grâu experiență de sămânță)

De asemenea au fost realizate o serie de histograme din care se poate observa domeniul dominant de productivitate realizat pe terenul supus analizei (fig. 26).

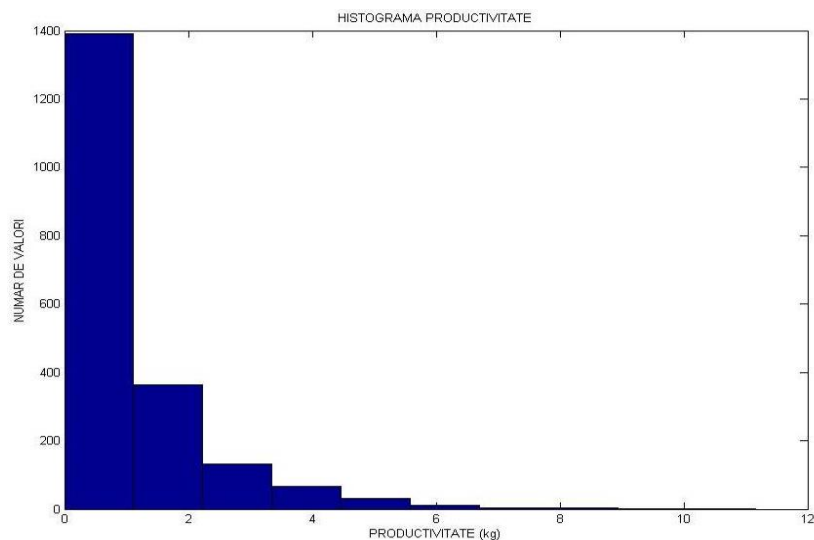


Fig. 26 - Histogramă productivitate INCDA Fundulea

Determinarea umidității grâului experiență pentru sămânță recoltat la INCDA Fundulea s-a realizat atât la etuvă (metoda clasică) cât și cu ajutorul unei termobalanțe electronice de tip OHAUS MB 45 (fig. 27).

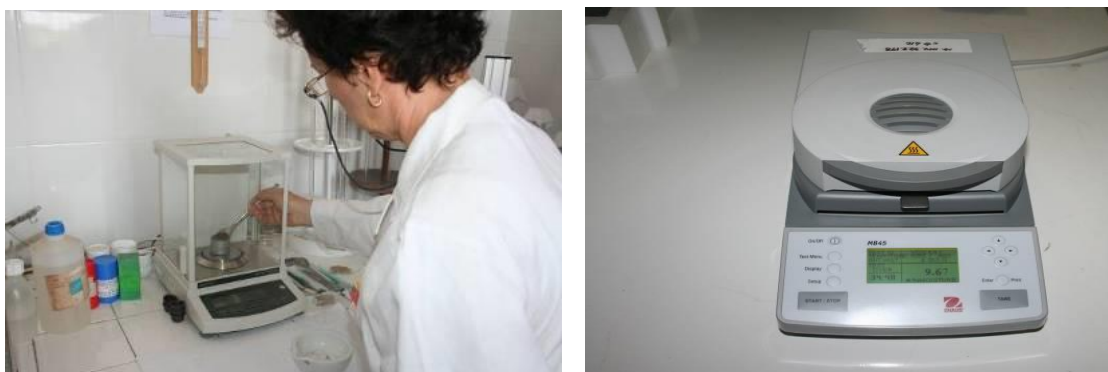


Fig. 27 - Determinarea umidității grâului în etuvă respectiv la termobalanță electronică

Umiditatea grâului din locația INCDA Fundulea a avut următoarele valorile prezentate, în tabelul 3.

Tabel 3

Cultură	Umiditatea etuvă [%]	Umiditatea termobalanță electronică [%]
Grâu experiență pentru sămânță	12,56	9,67
	11,76	9,98
	12,16	10,78
	12,28	10,89

ETAPA 4

REZULTATE PRECONIZATE PENTRU ATINGEREA OBIECTIVULUI ETAPEI:
“Metodă de procesare privind folosirea datelor de electro-conductivitate a solului pentru interpretarea hărților de cultură. Diseminarea pe scară largă.”

REZULTATE OBȚINUTE:

Pentru interpretarea hărților de cultură, două mari probleme ale agricultorilor sunt: existența unei variații a culturii mai mare decât se preconiza și cauza acestei variații și cum se poate remedia. Există mai multe cauze care determină aceste variații pe hartile de productivitate, printre cele mai importante fiind textura solului, gradul de compactare al acestuia, umiditatea solului, fertilitatea acestuia, presiunea

exercitată de insecte sau de buruieni asupra culturii respective precum și varietatea hibridului cultivat și dinamica rotației culturilor etc. În acest capitol se vor prezenta modalitățile prin care hărțile de electro-conductivitate ale solului sunt folosite ca bază de interpretare a hartilor de cultură (uneori prin indicarea zonelor unde culturile sunt în legatură cu proprietățile fizice ale solului și la fel de important, indicarea zonelor de cultură, care sunt legate de management-ul zonei).

Prima măsură care se impune înainte de a se efectua procesarea celor două tipuri de date electro-conductivitate respectiv productivitate, este aceea că datele brute trebuie filtrate prin înlăturarea valorilor foarte mari, foarte mici sau a valorilor negative astfel încât datele rămase să fie reprezentative pentru terenurile de pe care au fost culese.

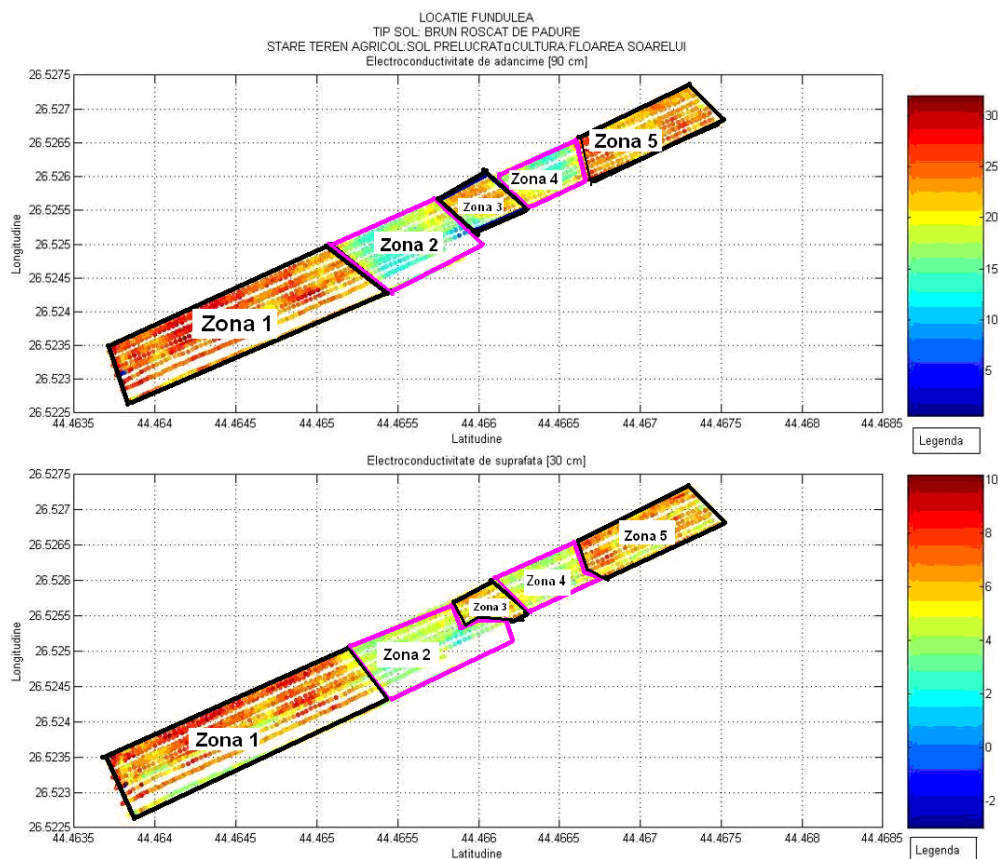
Astfel datele de electro-conductivitate și productivitate vor fi analizate din punct de vedere statistic folosind diverse programe de calcul matematic cum ar fi Excel, SPSS – Statistics Data, Matcad, MatLab, etc.

Metodele folosite pentru procesarea datelor de EC și de productivitate vor fi metoda de analiză vizuala/intuitivă pe baza datelor experimentale brute obținute în urma probelor efectuate pe parcelele supuse examinării și metoda procesării cu ajutorul funcțiilor matematice și modelelor statistice.

1. METODA DE ANALIZA VIZUAL / INTUITIVĂ

Prima etapă este reprezentată de vizualizarea ambelor tipuri de hărți, atât de electro-conductivitate cât și de cultură (de productivitate). În urma analizei comparative se vor diferenția zonele cu valori contrastante de EC și de productivitate în funcție de valorile înregistrate. De asemenea s-au realizat pentru fiecare locație în parte reprezentarea profilului solului în funcție de altitudine. Aceste hărți au fost folosite pentru identificarea denivelărilor din cadrul terenurilor supuse analizei, și indirect pentru identificarea zonelor cu un grad scăzut de drenare a apei, umiditate mare sau grad de compactare a solului ridicat.

Astfel în continuare s-au pus în paralel pentru fiecare locație cele două modele de hărți ELECTRO-CONDUCTIVITATE (EC) - PRODUCTIVITATE (hartă de cultură). S-au identificat pe fiecare hartă zonele cu valori apropiate și au fost marcate corespunzător (fig. 28 și 29).



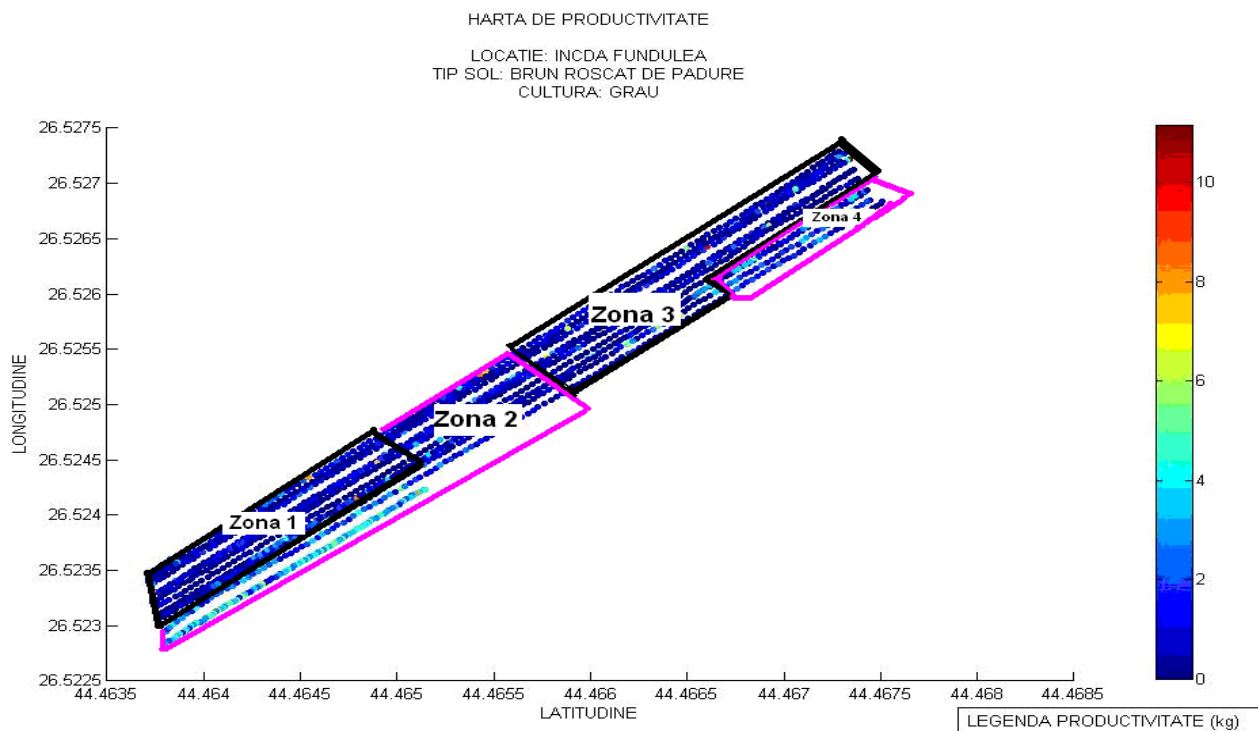


Fig. 29 - *Reprezentarea diferențiată a zonelor cu productivitate conștanta pe harta de cultură în cadrul locației INCDA Fundulea*

În urma analizei efectuate pe parcela I din cadrul INCDA Fundulea , sol brun roșcat de pădure, după reprezentarea zonală pe cele două modele de hărți de electro-conductivitate se poate observa prezența a două zone distincte de EC, o zona cu o electroconductivitate de adâncime cuprinsă în intervalul 22 – 32 mS/m (reprezentată pe hartă de zona 1 ≈ zona 3 ≈ zona 5) și un interval de EC adâncime cuprins între 10÷21 mS/m reprezentat pe hartă de zona 2 ≈ zona 4. Pentru harta de electroconductivitate de suprafață se remarcă prezența tot a doua zone distincte de EC, o zona cu o electroconductivitate de suprafață cuprinsă în intervalul 6,8÷9,8 mS/m (reprezentată pe hartă de zona 1 ≈ zona 3 ≈ zona 5) și un interval de EC suprafață cuprins între 4,5÷6,2 mS/m reprezentat pe hartă de zona 2 ≈ zona 4.

Pentru harta de cultură (productivitate) se remarcă prezența a două zone cu valori contrastante de kilograme/punct de măsură înregistrate de sistemul de monitorizare a producției. Astfel conform caroiajului realizat în figura 31 zona 1 ≈ zona 3 intervalul de productivitate dominant fiind între 0,5÷2 kg , iar zona 2 este asemănătoare cu zona 4 cu o productivitate cuprinsă între 1,4÷3,2 kg.

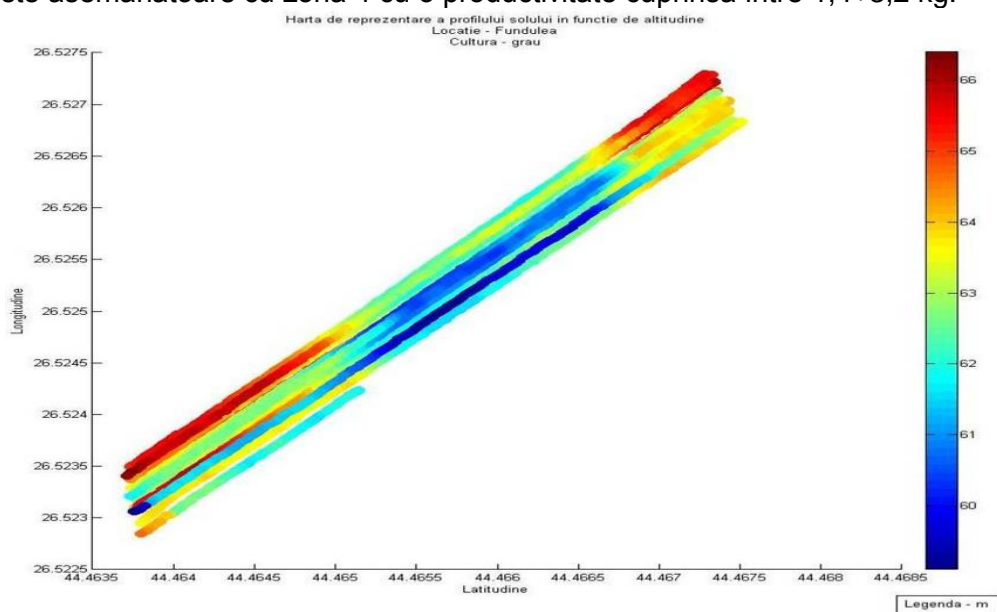


Fig. 30 - *Harta profilului solului în funcție de altitudine, locație INCDA Fundulea*

Analizand primele două hărți, se poate observa că zonele de productivitate ridicată se gasesc în zonele cu ELECTRO-CONDUCTIVITATE scăzută (atât de suprafață cât și de adâncime) în timp ce zonele cu productivitate scăzută corespund zonelor cu EC ridicată, concluzionând astfel că productivitatea pentru aceasta parcela depinde de o proprietate fizică a solului, direct proporțională cu EC. Aceasta afirmație este susținută și de harta din figura 30, deoarece se poate observa că variabilitatea productivității depinde de profilul solului, zonele cu productivitate ridicată găsindu-se în zonele mai joase, deci cu umiditate mai ridicată.

2. METODA FUNCȚIILOR STATISTICE ȘI MATEMATICE

Statistica este un instrument al matematicii utilizat pentru prelucrarea și interpretarea informațiilor numerice. Astfel după ecuațiile matematice s-au calculat pentru fiecare locație în parte pe baza datelor de EC și productivitate :

- abaterea medie patrată
- coeficientul de corelare;
- dispersia;
- distorsiunea;
- Kurtosis;
- coeficientul de variație.

Abaterea medie liniară se calculează ca o medie aritmetică simplă sau ponderată, luată în valoare absolută:

Pentru o serie simplă

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{n}$$

Abaterea medie liniară prezintă dezavantajul că nu ține seama de faptul că abaterile mai mari în valoare absolută influențează în mai mare măsură gradul de variație a unei caracteristici, în comparație cu abaterile mici. În plus, nu este indicat să se renunțe în mod arbitrar la semnul valorilor din care se calculează o valoare medie. Din aceste considerente se folosește ca principal indicator sintetic al variației *abaterea medie patrată*.

Abaterea medie patrată sau abaterea standard (σ) se calculează ca o medie patrată din abaterile tuturor elementelor seriei de la media lor aritmetică:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Acest indicator este mai concludent decât abaterea medie liniară. Prin ridicarea la pătrat se dă o importanță mai mare abaterilor mari în valoare absolută, acestea influențând într-o măsură mai mare gradul de variație al variabilelor analizate.

În literatura de specialitate se apreciază ca pentru o serie de distribuție normală abaterea medie liniară este egală cu 4/5 din valoarea abaterii medii pătratice.

Abaterea medie pătratică este un indicator de bază, care se folosește la analiza variației, la estimarea erorilor de selecție în calculul de corelație.

La fel ca abaterea medie liniară, abaterea medie pătratică se exprimă în unitatea de măsură a variabilei a carei variație o caracterizează. Prin urmare cei doi indicatori nu se pot folosi pentru compararea gradului de variație și în aceasta situație se recurge la un alt indicator de variație: *coeficientul de variație*.

Coeficientul de variație (v) se calculează ca un raport între abaterea medie pătratică și media aritmetică. De obicei se exprimă sub formă de procente:

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100$$

Semnificație. Cu cât valoarea lui v este mai aproape de zero cu atât variația este mai slabă, colectivitatea este mai omogenă, media având un grad ridicat de reprezentativitate. Cu cât valoarea lui v este mai mare cu atât variația este mai intensă, colectivitatea este mai eterogenă, iar media are un nivel de semnificație scăzut.

Se apreciază că la un coeficient de peste 35-40%, media nu mai este reprezentativă și datele trebuie separate în serii de componente, pe grupe, în funcție de variația unei alte caracteristici de grupare.

Se poate afirma că acest indicator poate fi folosit ca un test în aplicarea metodei grupării. Dacă media aritmetică este aproape de zero, coeficientul de variație nu are semnificație.

Dispersia (σ^2) este media pătratelor abaterilor de la media aritmetică:

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum (x_i - \bar{x})^2.$$

Măsura dispersiei se referă la «împrăștierea» valorilor dintr-un set de date. Media nu are semnificație dacă se aplică pe un set de date foarte dispersate. De exemplu dacă luăm valoarea medie a orașelor mari (peste 200.000 locuitori) va da o valoare de peste 400.000 datorită Bucureștiului care are 2.000.000. Însă rezultatul nu are nici o semnificație (nici un oraș nu are această valoare).

Măsurile dispersiei, exprimate sub forma unităților de măsură ale fenomenului cercetat, nu sunt întotdeauna utile atunci când se compară dispersiile a două sau mai multe serii. Compararea dispersiilor a două sau mai multe serii dă rezultate în următoarele 2 situații:

a) șirurile care se compară pot fi exprimate în aceleași unități, iar mediile pot fi aceleași sau au dimensiuni aproape egale.

b) șirurile care se compară pot fi exprimate în aceleași unități, însă mediile diferă.

Dacă seriile se exprimă în unități diferite, dispersiile nu pot fi comparate direct. De aceea de multe ori se folosește abaterea medie pătratică în loc de dispersie.

În unele lucrări această mărime se numește **varianță** (din I. engl. variance). Varianța este o măsură importantă în special când se studiază variația a două sau mai multe eșantioane. O tehnică statistică foarte puternică este cunoscută sub numele de **analiza de varianță** și utilizează dispersia pentru a decide dacă un număr de eșantioane diferă semnificativ unul de altul.

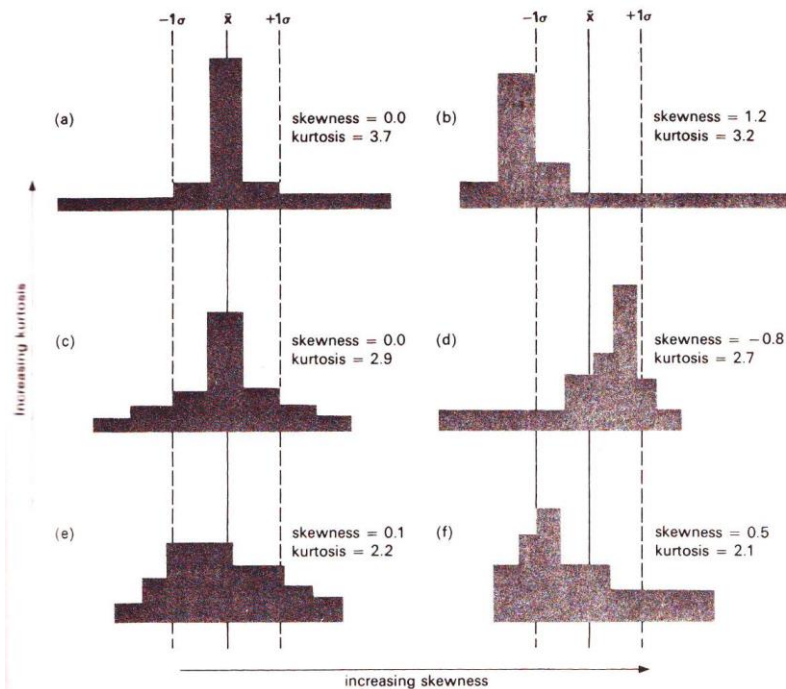
Skewness și Kurtosis

Skewness

Abaterea medie pătratică și dispersia sunt indicatori care dau o măsură a împrăștierii valorilor într-o distribuție de frecvență. Într-un anume sens ele oferă o măsură a « lățimii » distribuției. Aceasta însă nu oferă nici o informație privind caracteristicile formei distribuției de frecvență. Figura de mai jos înfățișează 6 distribuții utilizând histograma. Aceasta reprezintă un set de date care au același număr de valori. Pe orizontală avem o unitate de măsură exprimată în abateri medii patratice (σ), iar pe verticală avem media aritmetică. După cum se observă, se poate face o comparație directă.

Aparent cele șase distribuții de frecvență sunt foarte diferite. Cele din partea dreaptă (b,d, și f) sunt similare dintr-un singur punct de vedere, anume ele sunt asimetrice, «vârful» este plasat în stânga sau dreapta mediei. Spunem că avem o distribuție distorsionată sau asimetrică (skewed). Cele din stânga (a,c,e) au un grad mic de distorsiune (asimetrie). În toate cazurile vârful este în apropierea mediei. Toate acestea sunt distribuite simetric.

Pe de altă parte cele două distribuții de pe fiecare rând pot fi considerate similare, în sensul că au un anumit grad de «ascuțire» sau **kurtosis**. Cele din primul rând sunt foarte ascuțite; ele au aceleași grad de kurtosis. Cele din al doilea rând au «ascuțimea» mai moderată, iar cele din al treilea rând sunt relative plate. Distorsiunea măsoară, deci, volumul de valori din distribuția concentrată de o parte și de alta a mediei. Dacă acest volum de valori este mai mic decât media, spunem că distribuția este pozitiv distorsionată (b). Dacă există mai multe valori mai mari decât media, spunem că distribuția este negativ distorsionată (d).



O distribuție perfect simetrică nu are distorsiune (skewness=0).

Există mai multe metode de măsurare a distorsiunii. Cea mai uzitată este formula:

$$S = \frac{\sum (x - \bar{x})^3}{n\sigma^3}$$

unde la numărător avem deviația cubică a valorilor față de medie, iar σ este abaterea medie pătratică.

Avem următoarele situații:

- dacă $S < 0$ avem distorsiune negativă;
- dacă $S > 0$ avem distorsiune pozitivă.

Kurtosis

Kurtosis dă o măsură a extinderii înspre valorile care sunt concentrate într-o parte a distribuției de frecvență. Dacă o clasă într-o distribuție de frecvență conține o foarte mare parte din valorile din distribuție, atunci distribuția prezintă un mare grad de kurtosis, iar forma este mai ascuțită.

Într-o distribuție cu un grad mic de kurtosis (distribuție plată) fiecare clasă conține o proporție similară din toate valorile.

Formula folosită pentru k este:

$$K = \frac{\sum (x - \bar{x})^4}{n\sigma^4}$$

Pentru distribuția normală avem $K=3$, pentru o distribuție ascuțită $K>3$, iar pentru o distribuție plată $K<3$.

Coeficientul de corelație

Formula coeficientului de corelație dintre două variabile numerice X și Y este:

$$\rho_{X,Y} = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\sigma_X \sigma_Y} = \frac{E((X - \mu_X)(Y - \mu_Y))}{\sigma_X \sigma_Y}$$

Cu alte cuvinte, coeficientul de corelație r este varianta standardizată (prin împărțire la produsul abaterilor standard ale celor două variabile) a coeficientului de covarianță cov (X,Y).

Spunem că r este standardizat, spre deosebire de cov, deoarece are interval fix de variație, între -1 și 1. Astfel, se poate compara coeficienți de corelație calculați între variabile diferite, pe seturi de date diferite sau în momente diferite. Este important, totuși, ca mărimile seturilor de date implicate în comparații să fie asemănătoare, mărimea coeficientului depinzând și de numărul de cazuri.

- **-1 semnifică o corelație negativă perfectă,**
- **1 o corelație pozitivă perfectă iar,**
- **0 absența corelației.**

Coeficientul de corelație dintre X și Y arată cu câte abateri standard proprii variază X la creșterea cu o abatere standard a lui Y. Reciproca este și ea adevărată. Întrucât mărimea coeficientului variază în funcție de numărul de cazuri, tinzând să scadă la creșterea numărului de indivizi, interpretarea tăriei acestui nu se poate baza doar pe mărimea testului însuși. O mărime importantă pentru interpretarea corelației este testul de semnificație al coeficientului de corelație. Acest test verifică ipoteza nulă că r nu se abate semnificativ de la 0. Dacă probabilitatea ipotezei nule este mai mică de 0,05, o respingem și afirmăm că avem o corelație semnificativă. În programele specializate de statistica (de exemplu SPSS) se lucrează cu două praguri de semnificație: 0,05 și 0,01. Testele de semnificație mai mici de 0,01 indică corelații foarte puternice.

De asemenea în calculul semnificației coeficientului de corelație s-a ținut cont de faptul că datele brute s-au constituit în fișiere de ordinul miilor de puncte. Formarea perechilor de date (Productivitate-EC) s-a făcut în funcție de poziționarea geografică a acestora, prin cariere.

În urma procesării datelor de electro-conductivitate și productivitate cu ajutorul funcțiilor statistice și matematice s-au obținut următoarele valori pentru fiecare locație în parte.

Parcela experimentală I - locație INCDA Fundulea, tip sol brun roșcat de pădure

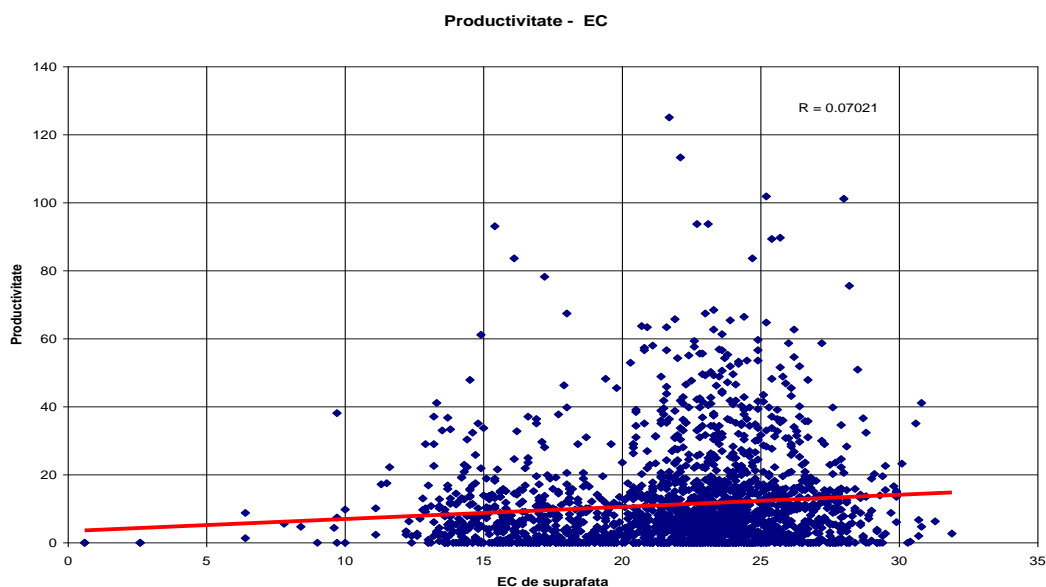


Fig. 31 - *Reprezentarea grafică a curbei de regresie liniară cu coeficientul de corelație aferent pentru locația INCDA Fundulea*

Conform graficului din figura 31 se observă o valoare a coeficientului de corelație $R = 0,07021$ în cazul raportului dintre EC suprafață și productivitate, corelarea fiind semnificativă pentru pragul de 0,05.

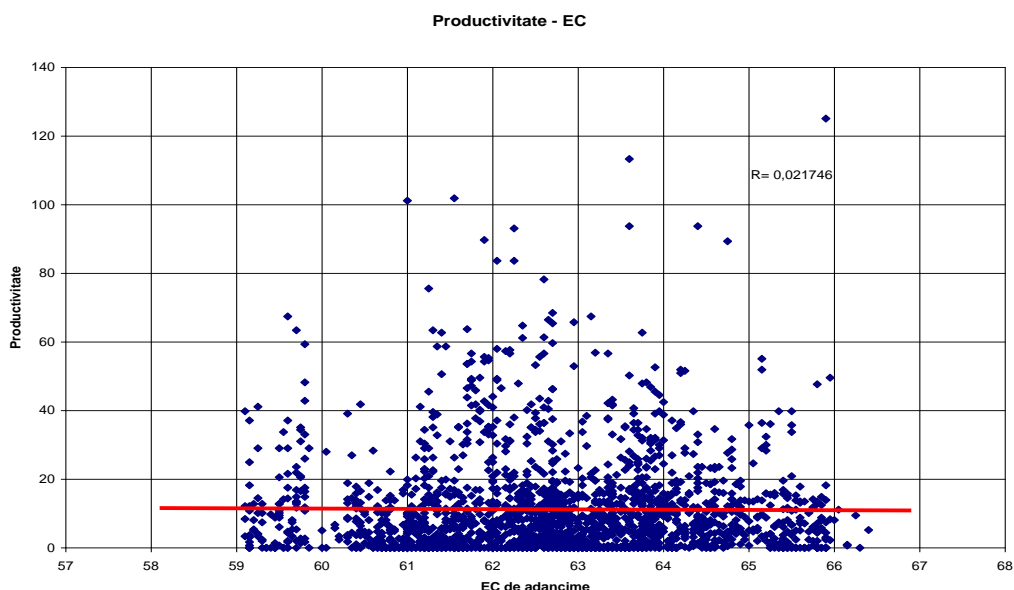


Fig. 32 - *Reprezentarea grafică a curbei de regresie liniară cu coeficientul de corelație aferent pentru locația INCDA Fundulea*

Valoarea coeficientului de corelație (fig. 32) în cazul raportului Productivitate / EC de adâncime este de 0,021746.

Valorile reprezentative pentru dispersie, distorsiune, Kurtosis, coeficientul de variație au fost calculate conform ecuațiilor prezentate mai sus și sunt grupate în următorul tabel:

Tabel 4

		DISPERSIA	DISTORSIUNEA	KURTOSIS	COEFICIENT DE VARIAȚIE [%]
EC adâncime medie [mS/m]	62,82246				
EC adâncime STDEV (abatere pătratică medie) [mS/m]	1,590492	2,529665	-0,14613	-0,4827	2,531725
EC suprafața medie	21,87032				
EC suprafață STDEV(abatere pătratică medie) [mS/m]	4,174458	17,4261	-0,5881	-0,10906	19,08732
Productivitate medie [kg]	8,950425				
Productivitate STDEV(abatere pătratică medie) [kg]	4,828821	23,31751	0,413188	-0,90669	53,95074

Valorile obținute prin aceasta metoda confirmă parțial rezultatele obținute prin metoda vizual-intuitivă. Astfel productivitatea se corelează semnificativ cu EC de suprafață și nesemnificativ cu EC de adâncime, spre deosebire de metoda vizual-intuitivă în care datele de productivitate se corelau atât cu EC de suprafață cât și cu EC de adâncime (conform valori coeficient de corelare). Analizând în continuare rezultatele statistice, se observă că datele de productivitate și de EC sunt simetrice față de medie (conform valoare distorsiune). Distribuția productivității și EC-ului prezintă un grad mic de kurtosis (distribuție plată) fiecare clasă de mărimi conținând o proporție similară din toate valorile. Analizând astfel distorsiunea și kurtosisul putem concluziona că datele prezintă o distribuție normală, și aplicându-le media și distorsiunea acestea nu vor conduce la informații eronate. Împrăștierea datelor de productivitate este destul de mare, fapt datorat și erorilor de granită intervenite în momentul cartării, cât și zonelor moarte de cartare (erori datorate timpului mort între momentul de începere al recoltării și momentul efectiv de înregistrare a datelor al monitorului de productivitate).

DISEMINAREA REZULTATELOR PROIECTULUI PE SCARĂ LARGĂ

Pe parcursul desfășurării proiectului, rezultatele parțiale și finale au fost diseminate prin prezentarea și publicarea în cadrul unor conferințe, simpozioane și jurnale/buletine din țară și străinătate, astfel:

- ♦ în cadrul unor conferințe/buletine internaționale, cotate **ISI**:
 - Voicea I., Vlăduț V., Matache M. - *Realization of agricultural maps experimental models by determining the electro-conductivity in concept of precision agriculture*, PROCEEDINGS OF THE 39 INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AGRICULTURAL ENGINEERING "Actual Tasks on Agricultural Engineering", Opatija - Croația, ISSN 1333-2651, 2011;
 - Voicea I., Pirnă I., Vlăduț V., Matache M., Bungescu S. - *Experimental, models of agricultural productivity maps obtained with the help of an information and satellite measurement system adaptable for different types of combines*, PROCEEDINGS OF THE 39 INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AGRICULTURAL ENGINEERING "Actual Tasks on Agricultural Engineering", Opatija - Croația, ISSN 1333-2651, 2011.

- ♦ în cadrul unor conferințe/buletine naționale, cotate **ISI**:
 - Voicea I., Matache M., Vlăduț V. - *Researches Regarding the Electro-Conductivity Determination on Different Soil Textures from Romania, before Sowing*, Cel de-al 8-lea Simpozion Internațional "Prospects for the 3-rd Millennium Agriculture", Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca - AGRICULTURE, nr. 66 (1), Cluj Napoca - România, Print ISSN 1843-5246; Electronic ISSN 1843-5386, 2009;
 - Voicea I., Matache M., Vlăduț V., Bungescu S. - *Creating Agricultural Productivity map Models on Different Romanian Soil Textures Through the Concept of Precision Agriculture*, Cel de-al 9-lea Simpozion Internațional "Prospects for the 3-rd Millennium Agriculture", Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca - AGRICULTURE, nr. 66 (1), Cluj Napoca - România, Print ISSN 1843-5246; Electronic ISSN 1843-5386, 2010;
- ♦ în cadrul unor buletine internaționale:
 - Voicea I., Matache M., Vlăduț V. - *Realization of agricultural maps experimental models by determining the electro-conductivity on soils unprocessed in concept of precision agriculture*, TRACTORS AND POWER MACHINES 1, UDK 631.372, Godina 1 (vol. 14), December 2009, Novi Sad - Serbia, ISSN 0354-9496, 2009.
- ♦ în cadrul unor jurnale naționale, cotate **CNCSIS, B**:
 - Voicea I., Vlăduț V., Matache G. - *To using soil electro-conductivity for the area localization with low yield*, INMATEH I, București - România, ISSN 1583-1019, 2009;
 - Voicea I., Vlăduț V., Matache M., Mihailov N., Panayotova G., Gheorghiu L.M. - *Experimental models of productivity maps necessary for finding up soil bonitation in Romania*, INMATEH - Agricultural Engineering, vol. 32, no. 3, București - România, Print ISSN: 2068-2239, Electronic ISSN: 2068-4215, 2010.

CONCLUZII

- Pentru procesarea datelor brute de electro-conductivitate ale solului în scopul interpretării hărților de cultură s-au folosit o serie de funcții și modele matematice multe cu implicare statistică pentru stabilirea unor coeficienți de corelare între cele două variabile analizate EC (Electro-Conductivitate) - PRODUCTIVITATE.
- Astfel pe parcursul proiectului au fost luate pentru analiza trei tipuri reprezentative de sol al României (sol greu – tip cernoziom cambic în locația USAMV Timișoara, sol ușor – tip brun roșcat de pădure în locația INCDA Fundulea, sol mediu în locația INMA București).
- În primul an de derulare al proiectului, 2009, s-au realizat modele experimentale de hărți agricole de conductivitate pe baza datelor de EC obținute cu ajutorul platformei VERIS 3150 MSP (în cele trei locații menționate anterior), reprezintă o noutate absolută pe teritoriul României. Modele de hărți de electro-conductivitate au fost realizate în diferite zone ale țării pentru a se încerca pe cât posibil arealuri de terenuri cât mai diferite (cu textura și proprietăți fizico-chimice cât mai variate) și pentru a se constata diferențele sau asemănările ce apar între aceste zone. În urma analizării tuturor modelelor de hărți agricole de electro-conductivitate și a histogramelor aferente rezultă următoarele concluzii:
 - electro-conductivitatea medie de adâncime măsurată între 0÷90 cm adâncime, se situează în cazul celor nouă parcele supuse încercărilor de EC, din locațiile diferite în intervalul de valori cuprins între 0÷50 mS/m;
 - electro-conductivitatea medie de suprafața care reprezintă EC măsurată la o adâncime cuprinsă între 0÷30 cm se situează în cazul celor nouă parcele analizate între 0÷10 mS/m;
- În anul 2010 în cadrul proiectului s-au realizat modele experimentale de hărți agricole de cultură (productivitate) în cele trei locații. Hărțile de cultură sau de productivitate agricolă prezintă variația producției într-un teren agricol și reprezintă o sursă importantă de

informații pentru fermier. Datele de productivitate au fost obținute cu ajutorul unui sistem de monitorizare a producției la cereale, tip MICRO TRACK ajustabil pe diferite tipuri de combine. Sistemul Micro-Trak's Grain-Trak utilizează un traductor de forță pentru măsurarea debitului de cereale existent în elevatorul de cereale treierate / curate. Aceste „degete de măsurare” sunt amplasate în calea cerealelor la ieșirea din elevator. La trecerea cerealelor peste degete, acestea sunt împinse. Forța creată este transformată într-un semnal electric de către un traductor. Acest semnal (tensiune) este trimis la monitor și combinate cu informațiile senzorului de umiditate realizează o măsurare a producției. În urma analizării modelelor de hărți agricole de cultură (productivitate) analizate în cadrul temei și a histogramelor aferente rezultă următoarele concluzii:

- în cazul parcelei I din locația INCDA FUNDULEA, sol BRUN ROȘCAT DE PĂDURE, cultura GRÂU experimental pentru sămânță, se constată după o primă analiză a modelului experimental de hartă de productivitate, o producție la hectar de 4200 kg. De asemenea din caroiajul punctelor se constată o productivitate medie / m² foarte apropiată pe tot terenul, acesta fiind ierbicidat în timpul anului agricol.
- în cazul parcelei II din locația USAMV TIMISOARA, sol CERNOZIOM CAMBIC, cultura GRÂU, se constată după o primă analiză a modelului experimental de hartă de productivitate, o producție la hectar de 3250 kg
- în cazul parcelei III din locația INMA BUCUREȘTI, sol BRUN ROȘCAT DE PĂDURE, cultura RAPIȚĂ, se constată după o primă analiză a modelului experimental de hartă de productivitate, o producție la hectar de 800 kg. Producția mai scăzută la hectar se datorează faptului că parcela analizată nu a fost ierbicidată, acest lucru fiind observat și din caroiajul punctelor din hartă. Astfel se constată interferența unor puncte respectiv zone în parcela cu o productivitate mai scăzută.
- Prima măsură care se impune înainte de a se efectua procesarea celor două tipuri de date electro-conductivitate (EC) respectiv productivitate, este aceea că acestea trebuiesc filtrate prin înlăturarea valorilor foarte mari, valorilor foarte mici sau a valorilor negative.
- Astfel datele de electro-conductivitate și productivitate vor fi analizate din punct de vedere statistic folosind diverse softuri de calcul matematic ca Excel, SPSS – Statistics Data, Matcad, MatLab, etc.
- Printre metodele folosite pentru procesarea datelor de EC și de productivitate se vor aborda metoda de analiză vizual/intuitivă pe baza datelor experimentale brute obținute în urma probelor efectuate pe parcelele supuse examinării și metoda procesării statistice a datelor obținute.
- Metoda vizual/intuitivă presupune identificarea pe cele două modele experimentale de hărți electro-conductivitate respectiv productivitate (cultură) a diferitelor zone cu valori diferite. Astfel pentru fiecare locație în parte s-au identificat zonele cu EC și productivitate contranstante.
- Pe parcela experimentală I din cadrul INCDA Fundulea, sol brun roșcat de pădure, după reprezentarea zonală pe cele două modele de hărți de electro-conductivitate și productivitate (cultură) se poate observa prezența a două zone distincte de EC și producție. Evidențierea a fost realizată prin realizarea unor caroiaje cu ajutorul unor programe specializate. În urma acestora se observă ca o prealabilă corelație faptul că o electro-conductivitate mai joasă atât ceea de adâncime cât și de suprafață corespunde unei productivității mai ridicate
- În urma analizei efectuate pe parcela experimentală II din cadrul USAMV Timișoara, sol cernoziom cambic, după reprezentarea zonală pe cele două modele de hărți de electro-conductivitate se poate observa prezența a două zone distincte de EC. Harta de cultură pune în evidență o singură zona de productivitate clară după analiza vizuală, singurele diferențe fiind evidente în zonele de graniță ale terenului.
- În cadrul parcelei III supusă experimentărilor din cadrul locației INMA București, sol brun roșcat de pădure, se observă pe hartă de electro-conductivitate prezența a două zone marcate corespunzător. Cele două zone sunt mai evidente în cazul EC de adâncime unde delimitarea se realizează fără probleme, în timp ce pentru harta EC de suprafață conturarea este mai greu de realizat datorită valorilor mai apropiate. Pentru harta de cultură (productivitate) se remarcă prezența a două zone cu valori cât de cât mai contranstante.
- Metoda de procesare vizual/intuitivă pune în evidență afirmația conform căreia o valoare mai mică de electro-conductivitate în cazul nostru determină o productivitate ușor mai ridicată.

- Pentru stabilirea unei corelații și mai exacte între cele două variabile analizate în cazul nostru EC-PRODUCTIVITATE se utilizează metoda procesării statistice a datelor obținute cu ajutorul funcțiilor matematice. Aceasta metoda a confirmat rezultatele obținute folosind metoda de procesare vizual/intuitivă. De asemenea folosind această metodă s-au obținut și informații despre productivitate și EC care nu pot fi identificate cu ochiul liber, și care necesită calcul matematic pentru obținere.
- Astfel în urma desfășurării proiectului s-au realizat omologarea a două servicii anume Serviciu omologat pentru realizarea hărților de electro-conductivitate și Serviciu omologat pentru realizarea hărților de cultură (productivitate agricolă).
- În ceea ce privește diseminarea rezultatelor pe scară largă se remarcă conform capitolului 6 publicarea pe parcursul proiectului a 4 articole cu cotație ISI și 3 articole cu cotație B.