

RAPORTARE STIINTIFICA

- ☐ **RST - Raport stiintific si tehnic in extenso - *in format electronic*:**

Cod: PO-04-Ed3-R1-F5

Cuprins:

1. Obiective generale și ale etapei de execuție
2. Rezumatul etapei
3. Descriere in extenso
4. Concluzii

1 Obiective generale și ale etapei de execuție

Obiectivele generale ale proiectului au fost cele din figura 1. Datorită finanțării totale la 33 % din valoarea inițială a contractului aceste obiective nu au putut fi atinse.

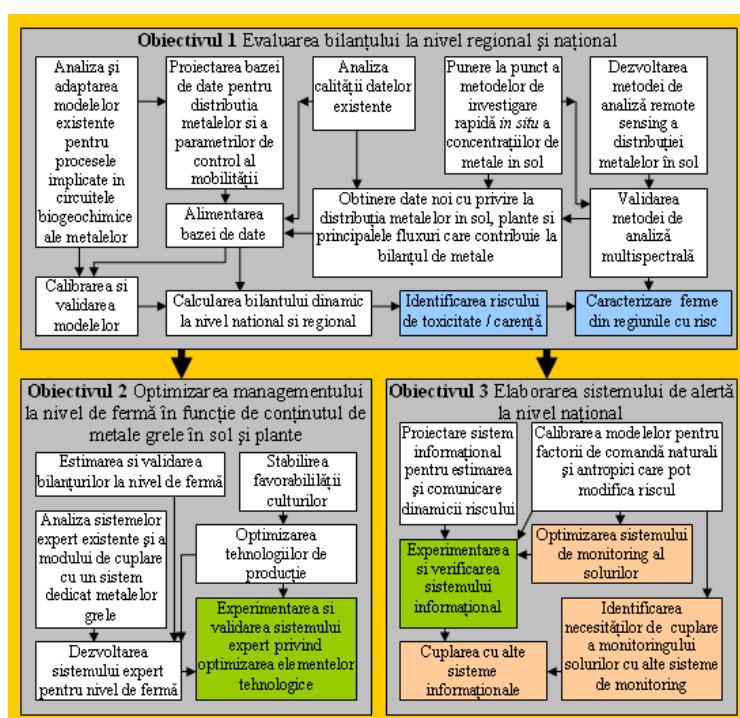


Figure 1 Diagrama PERT a proiectului METAGRO la aplicare. Cu albastru sunt indicate rezultate intermediare ale proiectului, cu verde produsele finale, iar cu roz rezultate finale care vor deschide noi direcții de cercetare aplicativă.

Obiectivele etapei de execuție au fost stabilite împreună cu toți partenerii în februarie 2011 și sunt următoarele:

1. Producerea de instrumente pentru luarea deciziilor cu privire la sisteme agricole contaminate cu metale
2. Producerea de instrumente pentru optimizarea monitorizării solurilor agricole în zone contaminate cu metale

Rezultatele planificate care să susțină aceste obiective în 2011 sunt cele din figura 2.

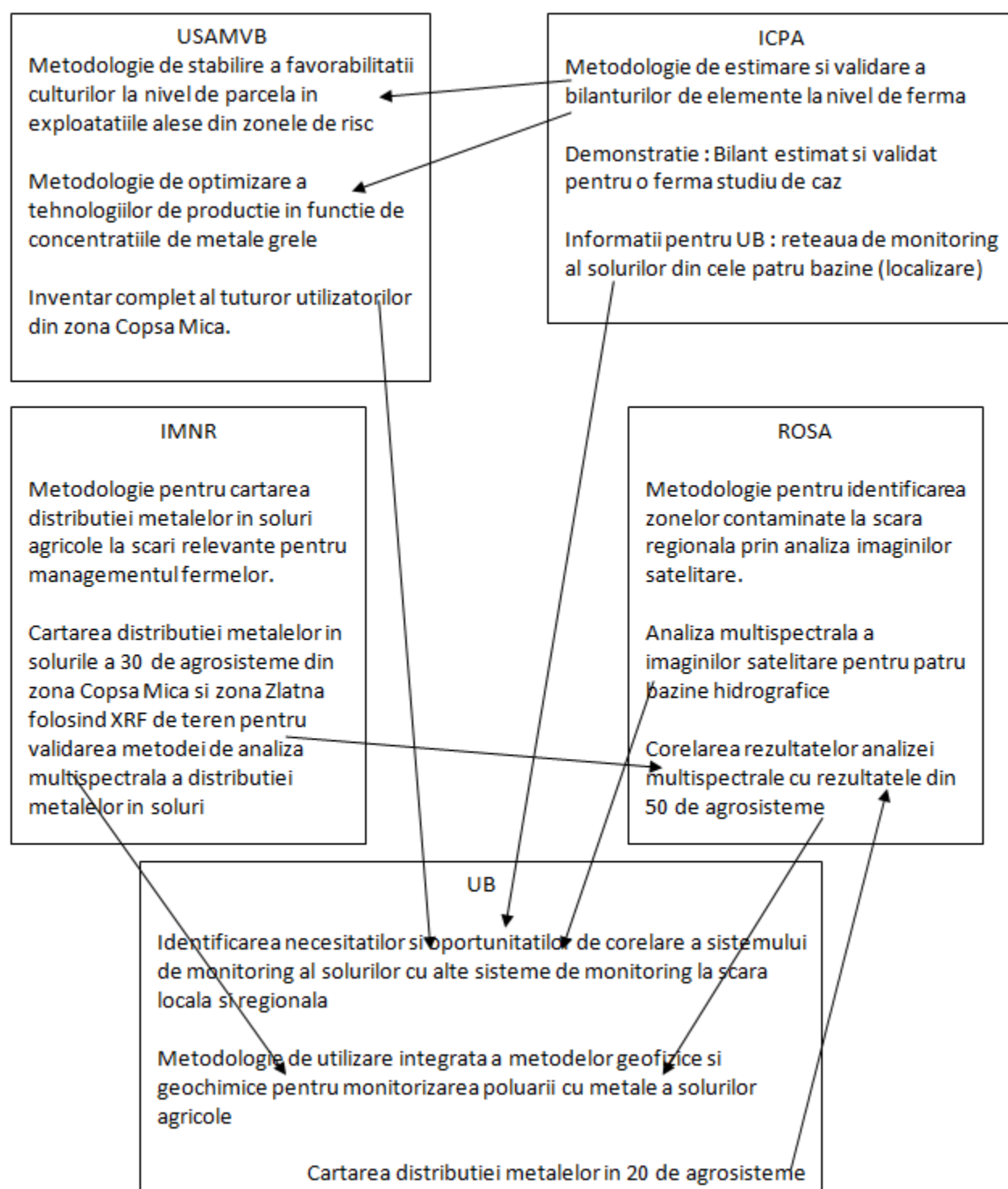


Figura 2 Rezultate planificate să susțină atingerea obiectivelor prevăzute pe 2011.

Rezumatul etapei

În această etapă s-a finalizat un pachet de activități în limitele bugetului disponibil pentru proiect. Coordonatorul și ICPA au identificat necesitățile și oportunitățile de corelare a sistemului de monitoring al solurilor cu alte sisteme de monitoring la scară locală și regional. Coordonatorul a elaborat o metodologie de utilizare integrată a metodelor geofizice și geochimice pentru monitorizarea poluării cu metale a solurilor agricole, cartarea distribuției metalelor în agrosisteme. ICPA a elaborat o metodologie de estimare a bilanțurilor de metale la nivel de fermă, și a făcut o demonstrație de bilanț estimat pentru o fermă, studiu de caz.

USAMVB a produs modele de estimare a concentrației totale a unor metale, în unele plante de cultură și pășuni și în țesuturile animale, în vederea evidențierii contribuției sistemului plantă-animal la bilanțul acestor metale în zonele de risc analizate, iar prin facultatea de agronomie o metodologie de stabilire a oportunității culturilor la nivel de parcelă în exploatațile alese din zonele de risc. USAMVB a definitivat, de asemenea, baza de date cuprinzând principalele caracteristici tehnologice și economice ale tipurilor de ferme din regiunile studiate și realizarea unui inventar complet al tuturor utilizatorilor din zona Copșa Mică. INMR a produs o metodologie pentru cartarea distribuției metalelor în soluri agricole la scări relevante pentru managementul fermelor și, împreună cu coordonatorul, a cartat distribuția metalelor în solurile agrosistemelor din zona Copșa Mică folosind XRF de teren pentru validarea metodei de analiză multispectrală a distribuției metalelor în soluri. ROSA a investigat posibilitățile de elaborare a unei metodologii pentru identificarea zonelor contaminate la scară regională prin analiza imaginilor satelitare și a făcut analiza multispectrală a imaginilor satelitare pentru patru bazine hidrografice care includ zone contaminate, urmărind corelarea rezultatelor analizei multispectrale cu rezultatele cartării distribuției metalelor în agrosisteme.

Dintre activitățile efectuate nu au dat rezultatele scontate cele legate de corelarea sistemului de monitoring național cu cel regional și local, deoarece s-a constatat că datele din sistemul național nu au caracter public. De asemenea, rezultatele din analiza multispectrală doar în mică măsură s-au corelat cu distribuția metalelor poluante (metodele utilizabile pentru cartări geochimice bazate pe fondul natural nu au fost adecvate și pentru cartări datorate poluării).

Descriere in extenso

Identificarea necesităților și oportunităților de corelare a sistemului de monitoring al solurilor cu alte sisteme de monitoring la scară locală și regional

Din analiza stării actuale a sistemului de monitoring al solurilor efectuate de partenerul P3 s-a constatat că localizarea georeferențiată a punctelor de monitorizare nu este disponibilă public. Rezultă că nu există un sistem de monitoring relevant pentru evaluării stării solurilor de către utilizatori regionali și locali, ci doar de către utilizatorii de nivel guvernamental.

Un sistem de monitoring al solurilor de interes pentru managementul bazinelor hidrografice care includ în structura lor zone contaminate și de interes pentru managerii zonelor contaminate trebuie construit de la zero, prin cofinanțare de către autoritățile regionale, locale și utilizatorii privați.

Așa stând lucrurile nu se pune problema unor necesități de corelare a sistemului național cu cele locale și regionale. Conceperea sistemului de monitoring local și regional trebuie să țină seamă de următoarele exigențe:

- Rețeaua de monitorizare la nivel bazinal să fie suficient de densă pentru alimentarea unor modele de transport al poluanților (minim 4 puncte / km²)
- Să fie construită astfel încât să permită un down-scaling la scara agrosistemelor corespunzător al parametrilor monitorizați.
- Să fie cuplat cu un monitoring al fluxurilor purtătoare de poluanți (hidrologice) în bazinul respectiv.
- Rețeaua de monitorizare la nivel local să fie bazată pe un sistem de tipul celui utilizat pentru cartarea distribuției metalelor în zonele puternic contaminate conform capitoului următor.
- Rețeaua de nivel local să permită downscaling pentru alimentarea modelelor de bioacumulare în plante și să fie cuplată cu o bază de cunoștințe incluzând astfel de modele.

Metodologie de utilizare integrată a metodelor geofizice și geochimice pentru monitorizarea poluării cu metale a solurilor agricole, cartarea distribuției metalelor în agrosisteme

În zonele în care există fluxuri de metale grele (iazuri, soluri învecinate), oxizii și oxihidroxizii de fier și mineralele argiloase reprezintă o excelentă “capcană” pentru acestea. Datorită microcristalelor care se formează în condiții normale de presiune și temperatură, suprafața specifică a acestor minerale este mare, peliculele formate constituind veritabile suprafețe de adsorbție pentru diferitele metale prezente în soluțiile din soluri.

În cazul oxizilor și oxihidroxizilor de fier are loc adsorbția preferențială sau specifică, caz în care ionii metalelor grele, după adsorbție, se vor încorpora în structura cristalină a mineralului adsorbant, prin precipitarea sau difuzia acestuia. De asemenea, ionii Fe³⁺ aflați în coordinație octaedrică pot fi parțial înlocuiți de către cationi trivalenți cu raze ionice similare (Al³⁺, Mn³⁺, Cr³⁺, V³⁺) sau de către metale bivalente de tipul Ni, Co, Cu, Zn, Ti.

Pentru a stabili dacă metalele grele se asociază cu mineralele argiloase sau cu oxizii și oxihidroxizii de Fe, se realizează grafice de corelație între Al₂O₃ (în cazul mineralelor argiloase) și metale și între Fe₂O₃ (pentru oxizii și oxihidroxizii de Fe) și metale. Pentru a se stabili legăturile dintre elementele chimice, trebuie calculat coeficientul de corelație (r) dintre acestea. În cazul unei corelări pozitive, valorile variază între 0 și 1, iar în cazul unei corelări negative între 0 și -1. În cazul corelării nule – $r = 0$. Evident că o corelare liniară perfectă are loc atunci când valoarea lui $r = 1$ (corelare pozitivă) sau $r = -1$ (corelare negativă). Cu cât valoarea lui r diferă de 1, cu atât corelarea este mai puțin strânsă între elementele luate în considerare. Ca orice valoare statistică, și valorile coeficientului de corelare depind de numărul datelor prelucrate (N). Cu cât numărul datelor este mai mare, cu atât și valorile r , calculate din aceste date sunt mai aproape de realitate. Deviația Standard

(DS) este o măsură a impreciziei unui set de date și exprimă cât sunt de depărtate datele de media lor. DS și multiplii ei au o importanță practică deosebită. Conform teoriei, 95% dintre valori cad în intervalul $-2DS + 2DS$. Împărțind procentual DS la medie obținem coeficientul de variație (CV) exprimat în procente. De obicei, pentru un eșantion analizat urmărim să obținem un CV sub o anumită limită de încredere.

Magnetismul este o proprietate fundamentală a tuturor ionilor, atomilor și moleculelor, iar interacțiunea acestora cu un câmp magnetic extern conduce la apariția magnetizării. În cazul în care acest câmp magnetic extern este câmpul magnetic terestru magnetizarea se numește magnetizare naturală. Orice câmp magnetic este produs prin mișcarea unor sarcini electrice în jurul unui nucleu. La nivel atomic aceasta poate rezulta din mișcarea de spin a electronilor și din mișcarea orbitală a electronilor. Toate substanțele materiale achiziționează un moment magnetic când sunt plasate într-un câmp magnetic, aceasta fiind *susceptibilitatea magnetică*.

Susceptibilitatea magnetică, χ , reprezintă răspunsul substanței la acțiunea câmpului magnetic extern, definindu-se ca raportul dintre intensitatea de magnetizare J și intensitatea câmpului magnetic aplicat H .

$$\chi = \frac{J}{H}$$

Proprietățile magnetice ale mineralelor le împart pe acestea în 3 grupe: diamagnetice, paramagnetice și feromagnetice (cu două subclase: ferimagnetice și anti-feromagnetice). Numărul mineralelor cu proprietăți magnetice semnificative este foarte redus, majoritatea având fierul drept principal component. Oxizii și oxihidroxizii de Fe sunt cele mai abundente și răspândite minerale magnetice. Aceștia se regăsesc frecvent în soluri, generând o amprentă magnetică ce ajută la caracterizarea evoluției unor factori de mediu și antropici atât pe termen scurt cât și lung.

Măsurătorile de susceptibilitate magnetică se pot efectua fie în laborator, pe probe recoltate de pe teren, fie direct pe teren, cu un dispozitiv portabil. Costul echipamentului necesar este redus iar viteza de realizare a măsurătorilor este foarte mare, putând ajunge la peste 100 de puncte investigate pe zi.

Pentru măsurătorile de susceptibilitate magnetică a fost utilizat un susceptibilimetru magnetic SM-30, produs de firma ZH Instruments. Acesta este un instrument utilizat pentru măsurători de teren, având dimensiuni reduse (100*65*25) ce oferă o acuratețe și o sensibilitate ridicată ($1 \cdot 10^{-7}$ SI). Datorită acestei sensibilități ridicate, avem posibilitatea măsurării sedimentelor și rocilor cu un nivel foarte scăzut al susceptibilității magnetice. Design-ul senzorului este conceput astfel încât 90% din semnal să fie preluat din primii 20 mm ai solului sau rocii, durata unei măsurători fiind de aproximativ 5 s.

Măsurătorile au fost efectuate pe parcele de 100 x 100 m într-o rețea regulată de 13 puncte ale căror coordonate au fost anterior stabilite prin utilizarea softului ArcGis. Pentru identificarea acestor puncte de coordonate cunoscute în teren, s-a folosit un GPS Garmin .



Fig. 1 – Prelevarea probelor geochimice: probele au fost prelevate din punctele localizate cu ajutorul GPS-ului, pe o adâncime de 25 cm, utilizându-se un deplantator metalic

După prelevarea probelor de sol de la o adâncime de 25 cm (Fig. xx), au fost efectuate măsurători de susceptibilitate magnetică, după omogenizarea solului, prin menținerea instrumentului în contact direct cu acesta (Fig. xy) urmărindu-se ca în fiecare punct de măsură, senzorul să fie orientat către nordul geografic.



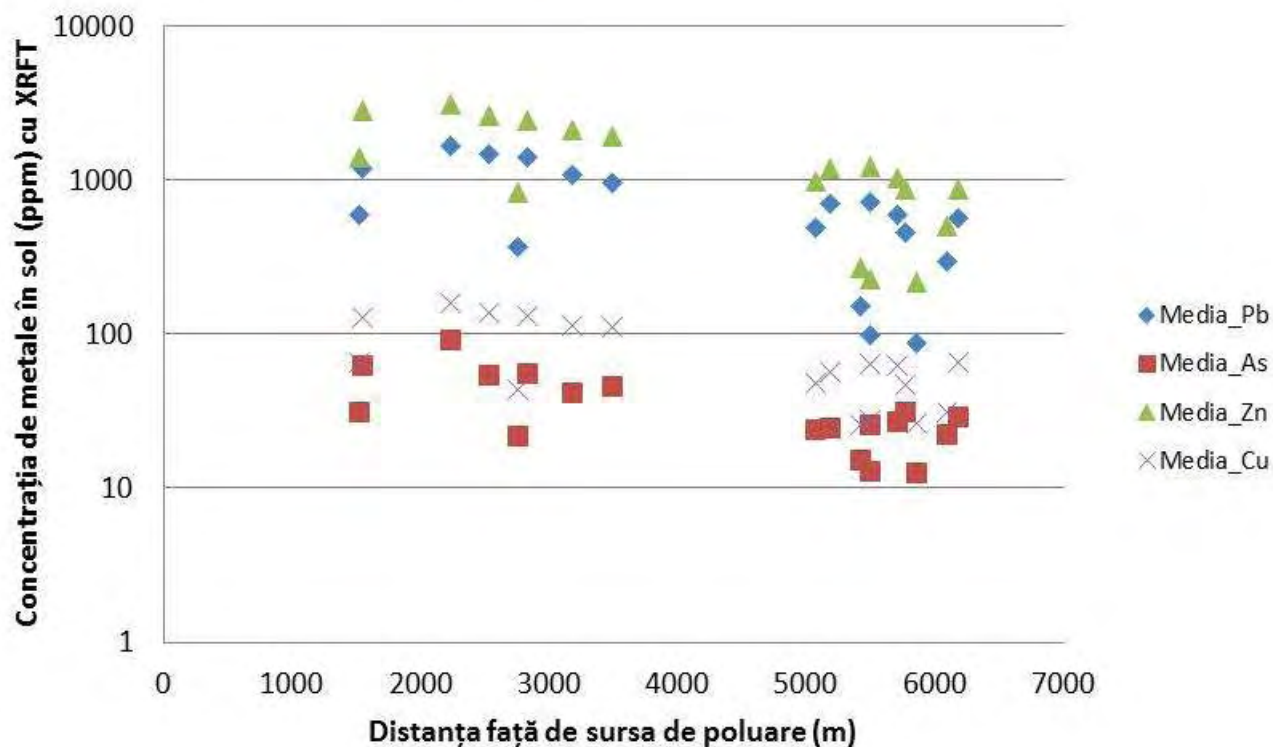
Fig. 2 – Măsurătorile de susceptibilitate magnetică au fost efectuate în aceleași puncte probate geochimic, prin omogenizarea solului pe toată adâncimea probată

Pentru fiecare punct, măsurătorile s-au efectuat la două nivele, unul în care instrumentul a fost ținut în contact direct cu solul și cel de-a doilea la o distanță de 1 m față de sol, în aer, înregistrându-se diferența dintre cele două. Pentru o mai mare acuratețe, în fiecare punct au fost repetate măsurătorile pentru a se elimina posibilitatea de a se înregistra valori eronate.

Tabelul 1 Distribuția elementelor poluante (medie și heterogenitate exprimată prin coeficientul de variație) în solul parcelelor investigate în zona Copșa Mică în 2011.

	Pb		As		Zn		Cu	
Distanța față de sursa de poluare (m)	Media	CV	Media	CV	Media	CV	Media	CV
1525	595	0.16	31	0.31	1400	0.18	66	0.19
1543	1185	0.28	62	0.36	2781	0.30	129	0.24
2224	1667	0.21	92	0.52	3110	0.25	160	0.31
2533	1480	0.19	55	0.33	2632	0.17	138	0.17
2826	1401	0.16	55	0.24	2412	0.12	132	0.18
2755	370	0.25	22	0.26	839	0.23	44	0.26
3170	1088	0.21	42	0.36	2132	0.16	113	0.17
3489	962	0.42	46	0.52	1911	0.32	111	0.38
5064	492	0.22	24	0.23	982	0.19	49	0.28
5180	695	0.19	24	0.19	1200	0.18	57	0.22
5493	720	0.09	26	0.10	1207	0.08	63	0.16
5708	598	0.20	27	0.22	1035	0.20	63	0.21
5762	461	0.21	31	0.26	872	0.21	47	0.25
5415	153	0.32	15	0.35	268	0.13	26	0.20
5496	99	0.16	13	0.18	226	0.16	28	0.17
6176	568	0.15	29	0.24	864	0.19	66	0.17
5858	88	0.18	12	0.21	217	0.19	26	0.18
6094	298	0.16	22	0.40	503	0.15	32	0.24

Figura 3 Scăderea concentrațiilor medii cu distanța față de sursă în parcelele măsurate în 2011.



Tabelul 2 Coeficientul de corelație liniară (R) între elemente în parcelele investigate și între elemente și susceptibilitatea magnetică a solului. Cu roșu sunt elementele de interes în ce privește poluarea (Cd neinclus în analiză).

Corelari prin valori individuale						corelare între 0,50 - 0,70				corelare peste 0,70				
	Sr	Rb	Th	Pb	As	Zn	Cu	Ca	K	Ni	Mn	Ti	Fe	Susc. Mag
Zr	-0.2430	-0.0919	-0.1605	-0.4191	-0.4776	-0.4527	-0.4419	-0.1873	-0.1165	-0.1402	0.0318	0.4563	-0.2741	-0.2960
Sr		-0.2806	-0.0618	0.0062	-0.1223	-0.0020	-0.0834	0.7040	0.2033	0.2901	-0.2749	-0.0050	-0.2062	-0.1690
Rb			0.4809	0.2541	0.2873	0.3236	0.3967	-0.3956	0.2990	0.1997	0.7716	0.1371	0.9058	0.2189
Th				0.6006	0.5424	0.5994	0.6208	-0.0888	0.0685	0.2223	0.4259	0.0728	0.6100	0.5219
Pb					0.8120	0.9652	0.9536	-0.0515	-0.0229	0.0809	0.2112	-0.2266	0.5130	0.8060
As						0.8493	0.8628	-0.1300	-0.1309	0.1053	0.2612	-0.2680	0.5957	0.8072
Zn							0.9627	-0.0651	-0.0267	0.1005	0.2335	-0.2364	0.5869	0.8498
Cu								-0.1421	-0.0356	0.1175	0.3318	-0.2588	0.6450	0.8254
Ca									0.1381	0.0172	-0.3875	-0.0332	-0.3125	-0.2101
K										0.0814	0.1951	0.5018	0.2796	-0.1051
Ni											0.2668	-0.1167	0.2114	0.0265
Mn												0.1913	0.7116	0.1972
Ti													0.0595	-0.1798
Fe														0.5066
Corelari ale mediilor fiecărei parcele														
	Sr	Rb	Th	Pb	As	Zn	Cu	Ca	K	Ni	Mn	Ti	Fe	Susc. Mag
Zr	-0.4120	-0.0918	-0.1923	-0.5174	-0.5651	-0.5627	-0.5376	-0.2464	-0.3706	-0.3745	0.1057	0.7597	-0.3264	-0.3863
Sr		-0.4889	-0.2096	0.0250	-0.0308	0.0216	-0.0704	0.8736	0.1841	0.2828	-0.6194	-0.3777	-0.3778	-0.2508
Rb			0.6603	0.3159	0.3120	0.3506	0.4408	-0.6347	0.4109	0.4981	0.9150	0.1584	0.9254	0.2672
Th				0.8028	0.7693	0.7932	0.8459	-0.2589	-0.0258	0.4616	0.6415	-0.1573	0.8059	0.7099
Pb					0.9241	0.9827	0.9842	-0.0425	-0.0791	0.2969	0.2418	-0.4950	0.6033	0.8745
As						0.9336	0.9391	-0.0809	-0.0672	0.2293	0.2394	-0.5335	0.6302	0.9147
Zn							0.9844	-0.0634	-0.0848	0.3097	0.2392	-0.5622	0.6379	0.9019
Cu								-0.1475	-0.0143	0.3206	0.3535	-0.4826	0.7108	0.8959
Ca									-0.0612	0.0135	-0.6459	-0.3130	-0.5388	-0.2671
K										0.3760	0.2822	0.1437	0.3352	-0.2854
Ni											0.4387	-0.1508	0.4813	0.0014
Mn												0.3339	0.7951	0.1960
Ti													-0.1137	-0.5144
Fe														0.5597
Corelari între valori cu densitate redusă (1 analiza/parcela)														
	Sr	Rb	Th	Pb	As	Zn	Cu	Ca	K	Ni	Mn	Ti	Fe	Susc. Mag
Zr	-0.5003	0.2102	0.2586	-0.2154	-0.4600	-0.2505	-0.2829	-0.3208	-0.2174	-0.2692	0.3937	0.3022	0.0516	-0.3833
Sr		-0.3339	-0.1426	0.1044	0.1679	0.1395	0.1722	0.7771	0.4902	0.2831	-0.5761	0.0627	-0.2519	-0.2204
Rb			0.4976	-0.0322	-0.0138	0.0229	0.1146	-0.6122	0.2719	0.2377	0.7614	0.0888	0.8950	0.0564
Th				0.5496	0.4299	0.5319	0.5900	-0.3084	-0.1227	0.2245	0.3149	0.0216	0.5815	0.4262
Pb					0.8699	0.9838	0.9518	0.0008	-0.1792	0.0894	-0.3234	-0.3158	0.3083	0.8393
As						0.8520	0.8742	0.0283	-0.4756	0.0912	-0.2155	-0.5051	0.3196	0.8611
Zn							0.9478	-0.0293	-0.1509	0.1746	-0.3170	-0.3590	0.3645	0.8473
Cu								0.0216	-0.0510	0.1487	-0.2686	-0.2805	0.4358	0.8113
Ca									0.3150	-0.1636	-0.7195	0.2027	-0.5853	-0.2548
K										0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030
Ni											0.4616	-0.1742	0.5261	0.1196
Mn												0.3304	0.8374	0.2253
Ti													-0.0226	-0.5360
Fe														0.5677

Analizele chimice și cele de susceptibilitate magnetică prezintă variații importante ale corelațiilor în funcție de scara la care acestea sunt realizate. Corelațiile între susceptibilitatea magnetică și principalele elemente legate de activitatea industrială a principalelor surse de poluare (Cu, Pb, Zn, As) este însă ridicată indiferent de scara la care s-a realizat raportarea. Corelarea bună se poate observa atât în cazul unei densități mari de probare, al unei medii regionale realizate pe parcelele de probare cât și în cazul probelor colectate cu densitate mică (o proba pe parcelă). Se observă totuși o corelare mult mai bună în cazul raportării la scară mare.

La scară mică, reiese o corelare bună în cazul parcelelor cu un grad ridicat de heterogenitate. Fenomenul de corelare este unul evident, cu limitări date de precizia de investigare a dispozitivelor de măsură și de posibilitatea de omogenizare *in situ* a probelor investigate. În cazul în care variația spațială a chimismului solurilor este redusă, astfel încât variația similară a susceptibilității magnetice cuplate se regăsește sub limita de detecție a dispozitivului sau sub nivelul de zgomot potențial indus de surse naturale sau antropice, corelarea scade sau dispare.

La scară mare, în cazul unei surse de poluare, variația chimismului este întotdeauna consistentă, susceptibilitatea magnetică devenind un instrument deosebit de eficient pentru o evaluare rapidă a distribuției elementelor poluante. Acest instrument își regăsește o utilitate ridicată în direcționarea analizelor chimice către ariile de interes sau reprezentative pentru evaluarea cantitativă a gradului de poluare și impact, ducând la o eficientizare a acestui proces, atât financiar cât și din punct de vedere al timpului necesar pentru implementare.

Analiza heterogenității distribuției metalelor la scara complexului de ecosisteme din lunca Târnavei și la scara unor parcele de 100 x 100 m a relevat tipare de distribuție utilizabile pentru proiectarea monitorizării locale și regionale a solului, precum și pentru downs-scaling-ul necesar în vederea cuplării modelelor de transport al metalelor cu cele de bioacumulare a lor în plante (figurile 4-9).

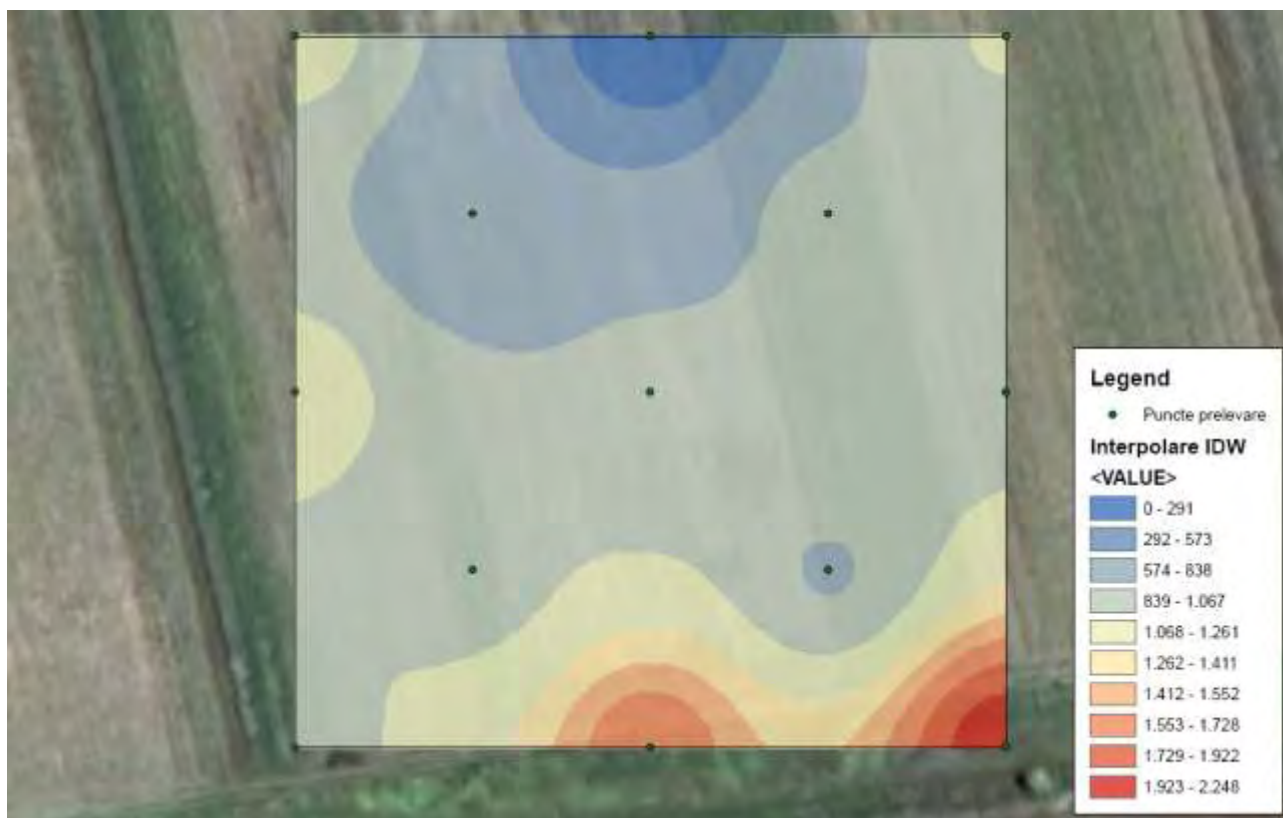


Figura 4 Exemplu de heterogenitate a distribuției Pb într-o parcelă 100 x 100 m cu 13 puncte de măsurare (parcela este cea din extremă stângă din figura următoare).



Figura 5 Imagine de ansamblu a heterogenității distribuției Pb în parcelele investigate (zona de E).



Figura 6 Imagine de ansamblu a heterogenității distribuției Pb în parcelele investigate (zona de V).

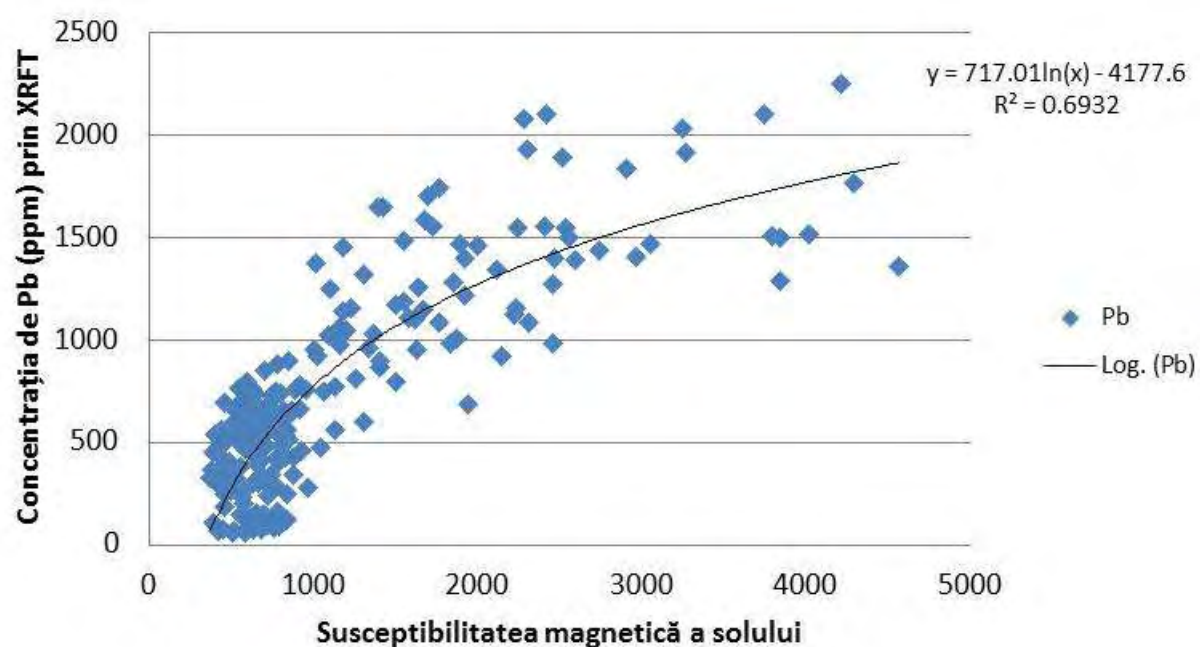


Figura 7 Relația dintre susceptibilitatea magnetică și concentrația de Pb pe baza punctelor de măsurare din toate parcelele folosind o ecuație logaritmică.

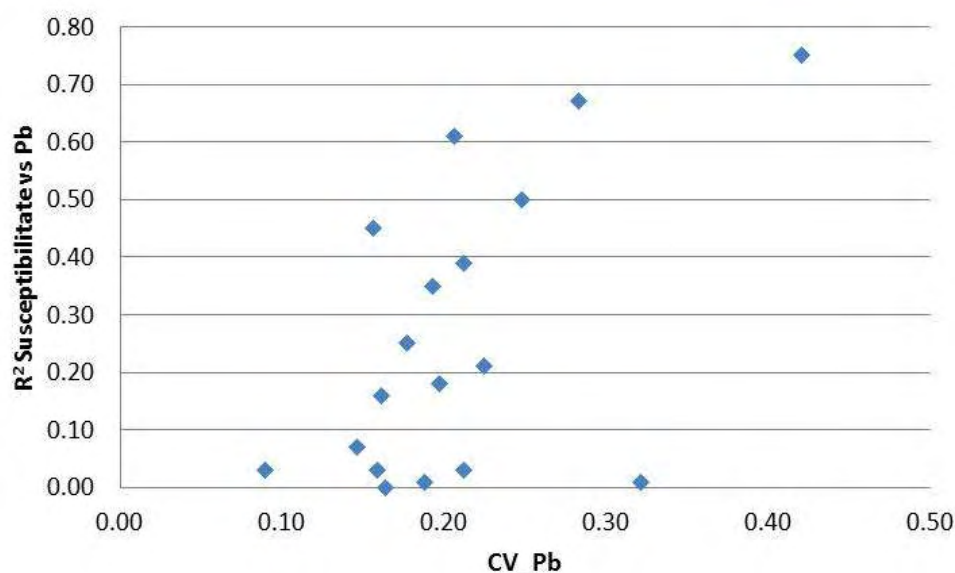


Figura 8 Relația dintre heterogenitatea distribuirii Pb în fiecare parcelă (exprimată prin coeficientul de variație – raportul dintre DS și medie) și coeficientul de determinare al cubei de regresie (model liniar) dintre susceptibilitatea magnetică a solului și concentrația de Pb. Susceptibilitatea magnetică a solului tinde să fie bine corelată cu Pb la scara parcelei atunci când heterogenitatea internă a parcelei este mare, dar în multe parcele susceptibilitatea magnetică nu este utilă pentru cartarea metalelor, utilitatea ei fiind mai ales la scară mai mare (figura anterioară).

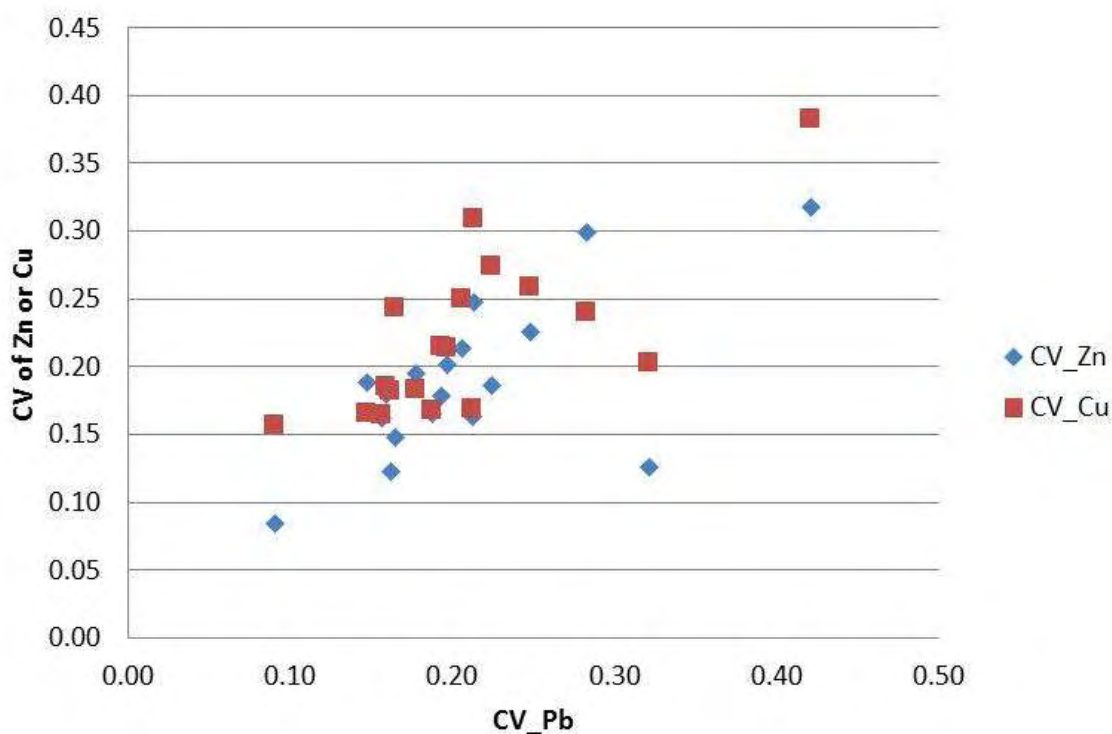


Figura 9 Relația dintre heterogenitatea Pb la scara parcelei și heterogenitatea Cu și Zn. Heterogenitatea acestor metale poluante tinde să fie corelată. Tiparul se păstrează și în cazul includerii As (neinserat în figură pentru a nu o aglomera excesiv).

Metodologie de estimare a bilanțurilor de metale la nivel de fermă

Agricultura a fost și rămâne principala – poate chiar unica – sursă de alimente pentru o omenire în continuă creștere, mai ales în condițiile exploziei demografice din țările mai sărace (Oancea, 2005).

Principala particularitate a agriculturii ca ramură a producției materiale constă în aceea că solul funcționează – concomitent – ca obiect al muncii și mijloc de muncă, ceea ce îl transformă în principalul mijloc de producție al agriculturii, fără de care nu se poate practica agricultura.

Dat fiind acest rol vital al solului în practicarea agriculturii trebuie asigurată folosirea rațională a lui, astfel încât să fie transmis integral și cu o capacitate de producție sporită generațiilor viitoare (Oancea, 2005).

Prevenirea poluării, ca factor major de protejare și conservare a resurselor naturale regenerabile și implicit a mediului înconjurător, se poate realiza prin utilizarea celor mai adecvate materiale, tehnici, tehnologii și practici care să conducă la eliminarea sau măcar la reducerea acumulării deșeurilor sau a altor poluanți. De asemenea, prevenirea poluării este posibilă prin limitarea transferului factorilor poluanți dintr-un mediu în altul și printr-o gestionare corectă a deșeurilor, astfel încât agenții poluanți aferenți să nu ajungă în mediul înconjurător.

Agenții poluanți, respectiv substanțele toxice/nocive, se pot acumula în cantități ce depășesc limitele maxim admisibile atât în sol, cât și în apele de suprafață și subterane. Printre acești agenți poluanți pot fi considerate: reziduurile zootehnice, nămolurile orășenești, etc., care pot conține peste limitele maxim admisibile metale grele, substanțe organoclorurate, triazine, compuși ai fosforului și azotului dar și diferiți agenți patogeni. Dintre consecințele negative ale acestor substanțe menționăm, în mod special, efectele cancerigene și mutagene, acumularea în verigile lanțului trofic, toxicitatea mare, toate contribuind la perturbarea gravă a echilibrului natural.

Calculul bilanțului unui element permite evidențierea existenței unui dezechilibru între intrările (input) și ieșirile (output) anumitor elemente. Fluxurile și bilanțurile pentru aceste elemente pot fi analizate la scala spațială dar și ca evoluție în timp (Öborn și colab., 2005). Evaluarea acestor fluxuri sau bilanțuri trebuie realizată ținând seama de rezervele existente ale elementului respectiv, de potențialele riscuri de pierdere din sistem, dar și de aportul de element din exteriorul sistemului.

În majoritatea sistemelor de calcul la nivel de fermă rezervele proprii (interne) și fluxurile de elemente nu sunt luate în considerare. La fermele cu animale, în special, fluxurile interne pot fi substanțiale iar studii anterioare au dovedit importanța includerii acestor fluxuri în calculul bilanțului. De aceea se impune completarea modelelor simple de tip *la poarta fermei* sau a *bilanțului în câmp* cu modele care să includă atât fluxurile interne din fermă, cât și dinamica temporală a acestora.

Obiectivele specifice ale unui astfel de studiu constau în:

- estimarea pentru unele metale a rezervelor, fluxurilor și a bilanțului în sistemul sol-cultură-animal-gunoii de grajd-sol.
- aprecierea dezechilibrelor existente în fluxurile unor elemente existente în sistemele investigate;
- evidențierea influenței diferitelor caracteristici ale fermei studiate cum ar fi gradul de autonomie, tipul de furaje utilizate asupra prezenței și cantităților anumitor elemente în produsele animale și în gunoiul de grajd.

Evaluarea bilanțurilor trebuie realizată ținând seama de rezervele existente ale elementului respectiv, de potențialele riscuri de pierdere din sistem și de aportul de element din exteriorul sistemului.

Metodologia de estimare a bilanțurilor de elemente la nivel de fermă încearcă să prezinte procedura, normativele și prescripțiile de executare a studiilor în teren și laborator în scopul colectării și prelucrării datelor necesare calcului celor trei tipuri de bilanțuri de elemente (*la poarta fermei, la nivelul sectorului de creștere a animalelor și la nivel de parcelă*).

La elaborarea metodologiei s-au avut în vedere următoarele aspecte principale:

- culegerea în teren a unui număr suficient de mare de informații referitoare la fermă, pe baza cărora să se realizeze o caracterizare cât mai exactă a fermei luate în studiu (suprafața terenului agricol, tipul de fermă, gama de culturi, numărul de animale);
- definirea cât mai precisă a intrărilor și ieșirilor din sistemul studiat, în scopul identificării corecte și complete a tuturor căilor de pătrundere și de ieșire a metalelor din sistemul studiat;
- organizarea elementelor de bază culese în teren într-o formă sistematică astfel încât prelucrarea și interpretarea datelor să se realizeze cât mai ușor;
- stabilirea algoritmului de calcul al bilanțurilor de elemente pe baza datelor analitice obținute;
- sistematizarea datelor astfel încât să se poată asigura introducerea lor într-o bază de date în vederea stocării și prelucrării ulterioare.

Metodologia prezintă modul de elaborare a unui studiu de estimare a bilanțului de elemente la nivel de fermă, mai precis spus, fluxul de colectare și prelucrare a datelor necesare și include fazele de teren, de laborator, de prelucrare și interpretare a datelor.

Realizarea studiilor de estimare a bilanțurilor de elemente la nivel de fermă necesită mai multe faze de lucru:

- *faza pregătitoare* – se realizează documentarea tehnică, se stabilesc, în funcție de scopul și scara de cercetare, programul și metoda de lucru și se organizează activitatea viitoare;
- *faza de teren* – cuprinde recunoașterea teritoriului, cercetarea sistemului luat în studiu - ferma, înregistrarea datelor și a observațiilor privind condițiile naturale și prelevarea probelor;
- *faza de laborator* – presupune efectuarea analizelor pentru probele recoltate din toate materialele identificate ca fiind intrări sau ieșiri din sistem;
- *faza de birou* – presupune sistematizarea datelor din teren, prelucrarea și interpretarea întregului material obținut în fazele de teren și laborator, finalizându-se activitățile desfășurate sub forma unor studii de bilanț.

În scopul estimării rezervelor de metale din sol, dar și pentru o caracterizare completă și complexă a solului existent în arealul luat în studiu, se poate realiza și un studiu pedologic prin care se caracterizeze solurile și condițiile în care se desfășoară activitatea de producție agricolă.

Faza pregătitoare

Întreaga activitate de documentare se va concretiza într-un plan de lucru care va cuprinde următoarele puncte:

- localizarea geografică a sectorului, suprafața de cercetat, principalele căi de acces;
- obiectivul și scopul lucrării, metoda de lucru, etc.;
- lucrările ce urmează a fi executate; se vor stabili numărul și tipul de materiale cercetate și al celor din care vor fi recoltate probe pentru analizele de laborator;
- utilajul necesar și instrumentele;

- întocmirea fișelor pentru colectarea informațiilor privind intrările și ieșirile din sistemul studiat.

Faza de teren

Înainte de începerea propriu-zisă a activității în teren este necesar să se efectueze o recunoaștere generală a teritoriului, în scopul identificării principalelor unități fizico-geografice ale sectorului și ale caracteristicilor sistemului studiat. Acolo unde există deja o informație anterioară, recunoașterea reprezintă o confruntare a situației din teren cu cea rezultată din documentare, estimându-se astfel măsura valabilității documentației anterioare și necesitatea reajustării planului de lucru inițial.

Pentru caracterizare generală a fermei în care se estimează bilanțurile de metale se va completa, cu ajutorul fermierului, fișa F1 (*Anexa 1*) care conține informații privind:

- suprafața totală de teren agricol (cu prezentarea defalcată pe categorii de folosință),
- numărul total de parcele în care se află dispersată suprafața (defalcată pe categorii de folosință);
- tipul fermei (vegetală, creșterea animalelor sau mixtă);
- gama de plante cultivate în anul pentru care se estimează bilanțurile de metale;
- numărul total de animale crescute în fermă (defalcată pe specii).

Identificarea intrărilor și a ieșirilor de elemente din sistem se va realiza pentru fiecare tip de bilanț ce urmează a fi estimat.

Faza de teren pentru estimarea bilanțului de metale la poarta fermei

Pentru estimarea bilanțului de metale la poarta fermei informațiile privind intrările și ieșirile din sistem se vor completa în fișa F2 (*Anexa 2*) împreună cu proprietarul fermei studiate.

În scopul identificării intrărilor de metale la poarta fermei, se vor culege informații privind toate produsele sau materialele ce au fost cumpărate sau procurate din exteriorul fermei și pot reprezenta o potențială sursă de metale:

- *materialele vegetale utilizate ca hrană pentru animalele din fermă* (pentru fiecare material vegetal se precizează: denumirea, cantitatea intrată în fermă și, eventual, sursa de proveniență);
- *materialele vegetale utilizate ca așternut pentru animalele din fermă* (pentru fiecare material vegetal se vor preciza: denumirea, cantitatea intrată în fermă și eventual sursa de proveniență);
- *apa utilizată în fermă* (se vor preciza pentru fiecare sursă de apă utilizată în fermă atât în perioada de stabulație, cât și în cea de pășunat: localizarea sursei de apă și cantitatea intrată în fermă);
- *îngrășămintele minerale* (pentru fiecare tip de îngrășământ mineral se vor preciza denumirea, cantitatea intrată în fermă și producătorul);
- *îngrășămintele organice* (pentru fiecare tip de îngrășământ organic se va completa în fișă: denumirea, cantitatea intrată în fermă și sursa de proveniență);
- *amendamentele* (pentru fiecare amendament cumpărat se vor preciza: denumirea, cantitatea intrată în fermă, sursa de proveniență);
- *pesticide* (în cazul utilizării pesticidelor se vor preciza: denumirea, cantitatea intrată în fermă și, eventual, producătorul);

- *semințele cumpărate sau procurate din exteriorul fermei* (pentru fiecare plantă se vor preciza: denumirea, cantitatea de sămânță intrată în fermă și, eventual, soiul sau hibridul);
- *animalele* (pentru fiecare specie se vor preciza: cantitatea intrată în fermă (exprimată în kg) și, eventual, rasa, vârsta și sursa de proveniență).

Pentru identificarea ieșirilor de metale din sistem (la poarta fermei) se colectează informații privind toate produsele sau materialele vândute sau scoase din fermă, ce pot reprezenta o potențială sursă de metale:

- *produsele vegetale utilizate ca hrană pentru oameni și animale* (pentru fiecare material vegetal se vor preciza: denumirea și cantitatea scoasă din fermă);
- *materialele vegetale utilizate ca așternut pentru animale* (pentru fiecare material vegetal se vor preciza: denumirea și cantitatea scoasă din fermă);
- *îngrășămintele organice* (pentru fiecare tip de îngrășământ organic se vor preciza: denumirea și cantitatea scoasă în fermă),
- *animalele* (pentru fiecare specie se precizează: cantitatea ieșită din fermă și, eventual, rasa, vârsta și destinația);
- *produsele de origine animală* (se vor culege informații privind denumirea și cantitatea scoasă din fermă).

Din fiecare material/produs identificat ca fiind o sursă de metal sau un vector de externalizare a metalului din sistem se vor recolta probe reprezentative (cel puțin 3 probe), ce vor fi trimise către laborator în scopul determinării conținutului de metal din materialul respectiv. Numărul de probe și modul de recoltare a probelor depind de natura și cantitatea materialului ce urmează a fi caracterizat.

Faza de teren pentru estimarea bilanțului de metale la nivelul sectorului de creștere a animalelor din fermă

Pentru estimarea bilanțului de metale la nivelul sectorului de creștere a animalelor din fermă datele privind intrările și ieșirile din sistem se completează în fișa F3 (*Anexa 3*) împreună cu proprietarul fermei.

În vederea identificării intrărilor de metale la nivelul sectorului de creștere a animalelor din fermă se strâng informații privind toate produsele sau materialele ce pătrund în sectorul de creștere a animalelor și pot reprezenta o potențială sursă de metale:

- *materialele vegetale utilizate ca hrană pentru animalele din fermă* (pentru fiecare material vegetal se precizează: denumirea, cantitatea intrată și, eventual, sursa de proveniență);
- *materialele vegetale utilizate ca așternut pentru animalele din fermă* (pentru fiecare material vegetal se completează în fișa F3: denumirea, cantitatea intrată și, eventual, sursa de proveniență);
- *apa utilizată în sectorul de creștere a animalelor din fermă* (se vor preciza, pentru fiecare sursă de apă utilizată în sectorul de creștere a animalelor atât în perioada de stabulație, cât și în cea de pășunat: localizarea sursei de apă și cantitatea intrată în fermă);
- *animalele* (pentru fiecare specie se completează: cantitatea intrată în sectorul de creștere a animalelor și, eventual, rasa, vârsta și sursa de proveniență).

Identificarea ieșirilor de metale din sistem (în sectorul de creștere a animalelor) se realizează culegând informații cu privire la produsele/materiale vândute sau scoase din sectorul de creștere a animalelor ce pot reprezenta o potențială sursă de metale:

- *produsele de origine animală (produse lactate, ouă, lână, etc.)* (se completează fișa F3 cu informații privind denumirea și cantitatea scoasă din sectorul de creștere a animalelor (kg);
- *îngrășămintele organice* (pentru fiecare tip de îngrășământ organic, se precizează: denumirea și cantitatea ieșită din sectorul de creștere a animalelor);
- *animalele* (pentru fiecare specie, se precizează: denumirea, cantitatea ieșită din sectorul de creștere a animalelor și, eventual, rasa, vârsta și destinația (de exemplu: la abator pentru sacrificare sau la altă fermă));

Din fiecare material/produs identificat ca fiind o sursă de metal sau un vector de externalizare a metalului din sistem se vor recolta probe reprezentative (cel puțin 3 probe) ce vor fi trimise către laborator, în scopul determinării conținutului de metal din materialul respectiv. Numărul de probe și modul de recoltare a probelor depind de natura și cantitatea materialului ce urmează a fi caracterizat.

Faza de teren pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

Pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă (câmp) informațiile privind intrările și ieșirile din sistem se completează în fișa F4 (*Anexa 4*) în prezența proprietarului fermei. Această fișă conține și informații care pot fi obținute prin cercetări efectuate în teren (de exemplu: pierderea de metal prin levigare, caracteristicile apei provenite din precipitații) sau din alte surse (cantitatea de apă provenită din precipitații, cantitatea de pulberi provenite din atmosferă depusă pe sol, datele de caracterizare ale acestor pulberi și pierderea de sol prin eroziune de suprafață).

Pentru o identificare corectă a parcelei luată în studiu fișa F4 conține și date referitoare la parcelă: localizare, denumire locală a zonei de amplasare a parcelei, suprafața parcelei, categoria de folosință, planta cultivată în anul estimării bilanțului.

În scopul identificării intrărilor de metale la nivel de parcelă se culeg informații privind toate sursele potențiale care introduc metale în parcelă:

- *îngrășămintele minerale* (pentru fiecare tip de îngrășământ mineral folosit se precizează: denumirea, cantitatea aplicată și eventual producătorul);
- *îngrășămintele organice* (se completează în F4: denumirea, cantitatea aplicată pe parcelă și sursa de proveniență);
- *amendamentele* (în cazul în care se folosesc, se precizează: denumirea, cantitatea aplicată pe parcelă și sursa de proveniență);
- *pesticidele* (dacă se utilizează ierbicide, fungicide sau insecticide, se vor preciza: denumirea, cantitatea aplicată pe parcelă și, eventual, producătorul);
- *semințele utilizate pentru înființarea culturilor* (pentru fiecare plantă se indică: denumirea, cantitatea de sămânță utilizată la semănat și, eventual, soiul sau hibridul);
- *apa utilizată pentru irigații* (dacă este cazul, se precizează: sursa apei de irigație, cantitatea de apă utilizată și metoda de udare);
- *apa provenită din precipitații* (se completează în F4 cantitatea de apă provenită din precipitații, sursa informației și dacă este posibil datele de caracterizare ale apei); cantitatea de precipitații

precum și calitatea apei provenite din precipitații se pot obține și prin consultarea rapoartelor lunare sau anuale ale agențiilor de mediu regionale;

- *depunerii atmosferice* (se precizează cantitatea de pulberi provenite din atmosferă depusă pe sol și datele de caracterizare ale acestor pulberi); aceste date se pot obține fie prin analiza apei din precipitații fie prin colectarea și analiza depunerilor solide. În prezent este extrem de dificil să estimezi cantitățile de metale intrate în sistem pe această cale. Variabilitatea foarte mare a acestor date influențată de condițiile meteo, existența unor surse de poluare, condițiile naturale, ridică mari probleme în obținerea unor date cât mai exacte privind cantitățile de metale provenite din depunerile atmosferice.

Estimarea cantităților de metal ieșite din sistem se face ținând cont de cantitatea de metal îndepărtată prin intermediul culturii agricole dar și luând în considerare eventualele pierderi prin eroziune sau levigare. Se colectează informații privind:

- *producția principală obținută pe parcelă* (se completează: denumirea produsului, producția obținută, cantitatea utilizată în sectorul zootehnic, alte posibile utilizări ale producției principale și umiditatea estimată în momentul recoltării);
- *producția secundară obținută în parcelă* (se precizează: denumirea produsului, producția obținută pe parcelă, cantitatea utilizată în sectorul zootehnic, alte utilizări ale producției secundare și umiditatea estimată la momentul evaluării producției).
- *pierdere de sol prin eroziune* (aceste date nu sunt întotdeauna la îndemâna fermierului. pentru obținerea datelor necesare completării fișei se pot folosi formule de estimare ale cantității de sol îndepărtate de la suprafața acestuia prin eroziune);
- *pierdere de metal prin levigare* (aceste date sunt foarte variabile și depind în special de caracteristicile solului, de metalul studiat, de formele chimice sub care acesta se află în sol; date privind cantitatea de metal scoasă din sistem prin levigare se pot obține prin experimente complexe care presupun utilizarea lizimetrelor).

Din fiecare tip de material identificat ca fiind o sursă de metal sau un vector de externalizare a metalului din sistem se recoltează probe reprezentative (cel puțin 3 probe) ce vor fi trimise către laborator în scopul determinării conținutului de metal.

Pe baza datelor analitice obținute în faza de laborator și ținând cont de cantitățile de materiale cuprinse în fișa F4 se va calcula bilanțul de metal la nivel de parcelă.

În cazul bilanțurilor la nivel de parcelă se recomandă caracterizarea solurilor și evaluarea resurselor de metale existente în sol. În acest scop se recomandă efectuarea unui studiu pedologic.

Faza de laborator

La sosirea din teren probele sunt verificate și predate către laborator însoțite de un *borderou centralizator de probe* ce va cuprinde specificațiile de identificare ale probei recoltate (sol, material vegetal, de origine animală, apă, etc.) precum și determinările de laborator solicitate a fi executate.

Cu datele analitice obținute din buletinele primare de analize se alcătuiesc tabelele de caracterizare centralizate care vor furniza datele de intrare pentru fișele de calcul ale bilanțurilor de metale.

Faza de birou

Faza de birou presupune sistematizarea datelor din teren, confruntarea și completarea lor cu cele din laborator, calculul bilanțurilor de metale și interpretarea rezultatelor obținute în vederea elaborării unor recomandări privind managementul în fermă în scopul limitării efectelor negative ale acumulării metalelor grele în produsele vegetale sau de origine animală.

Calculul diferitelor tipuri de bilanț

a) *Bilanțul de metale la poarta fermei* se calculează conform formulei:

$$\text{Bilanț de metal} = \text{Intrări în fermă} - \text{Ieșiri din fermă}$$

Cu ajutorul datelor completate în fișa F2 (Anexa 2) și al rezultatelor determinărilor efectuate în faza de laborator (sistematizate într-un buletin de analiză) se poate calcula bilanțul de metal conform indicațiilor prezentate în *Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la poarta fermei* – F5 (Anexa 5).

Această fișă se completează pentru fiecare metal de interes iar *datele de intrare* sunt următoarele:

- *cantitatea de material/produs* intrată sau ieșită din fermă – valorile se preiau din fișa F2 (Anexa 2);
- *umiditatea materialului/produsului* intrat sau ieșit din fermă – valorile se stabilesc pentru fiecare material/produs prin determinări specifice de laborator și se preiau din buletinul de analiză; se completează în F5 numai pentru situațiile în care conținutul de metal al respectivului material/produs se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată) și se utilizează în calcul cantității de substanță uscată conținută în acel material/produs;
- *conținutul de metal al materialului/produsului* intrat sau ieșit din fermă – valorile se stabilesc pentru fiecare material/produs prin determinări specifice de laborator și se preiau din buletinul de analiză.

Folosind aceste date de intrare se calculează cantitatea de metal intrată/ieșită din fermă prin intermediul fiecărei verigi identificate în sistem.

Pentru fiecare categorie de intrări/ieșiri se calculează, ca sumă a cantităților de metal obținute pentru fiecare material/produs ce aparține acelei categorii, cantitatea de metal intrată în/ieșită din fermă. Bilanțul se calculează ca diferența dintre suma tuturor cantităților de metal intrate în fermă și suma tuturor cantităților de metal ieșite din fermă.

Atunci când se realizează evaluarea bilanțurilor de metale pentru mai multe ferme, pentru a asigura o bază de comparație între rezultatele obținute, se recomandă transformarea valorilor exprimate în unități de masă (g) în valori relative, prin raportarea valorii bilanțului de metal fie la suprafața totală de teren agricol a fermei (g/ha), fie la cantitatea totală de produs animal obținută în anul respectiv (de exemplu, în cazul unei ferme de vaci pentru lapte, se poate exprima bilanțul de metal în g/t lapte sau g/kL lapte).

b) *Bilanțul de metale la nivelul sectorului de creștere a animalelor din fermă* se calculează conform formulei:

$$\text{Bilanț de metal} = \text{Intrări în sectorul de creștere a animalelor} - \text{Ieșiri din sectorul de creștere a animalelor}$$

Cu ajutorul datelor completate în fișa F3 (Anexa 3) și al rezultatelor determinărilor efectuate în faza de laborator (sistematizate într-un buletin de analiză) se poate calcula bilanțul de metal

conform regulilor prezentate în *Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivelul sectorului de creștere a animalelor din fermă* – F6 (Anexa 6).

Această fișă se completează pentru fiecare metal de interes iar datele de intrare folosite în calcul se referă la:

- *cantitatea de material/produs* intrată sau ieșită din sectorul de creștere a animalelor din fermă – valorile se preiau din fișa F3 (Anexa 3);
- *umiditatea materialului/produsului* intrat sau ieșit din sectorul de creștere a animalelor din fermă – valorile se stabilesc pentru fiecare material/produs prin determinări specifice de laborator și se preiau din buletinul de analiză; se completează în F6 numai pentru situațiile în care conținutul de metal al respectivului material/produs se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată) și se utilizează în calcul cantității de substanță uscată conținută în acel material/produs;
- *conținutul de metal al materialului/produsului* intrat sau ieșit din sectorul de creștere a animalelor din fermă – valorile se stabilesc pentru fiecare material prin determinări specifice de laborator și se preiau din buletinul de analiză.

Folosind aceste date de intrare se calculează cantitatea de metal intrată/ieșită în/din sectorul de creștere a animalelor din fermă prin intermediul fiecărei verigi identificate în sistem.

Pentru fiecare categorie de intrări/ieșiri se calculează, ca sumă a cantităților de metal obținute pentru fiecare material/produs ce aparține acelei categorii, cantitatea de metal intrată în/ieșită din sectorul de creștere a animalelor. Bilanțul la nivelul sectorului de creștere a animalelor se calculează ca diferența dintre suma tuturor cantităților de metal intrate în sector și suma tuturor cantităților de metal ieșite din sector.

Atunci când se face evaluarea bilanțurilor de metale la nivelul sectorului de creștere a animalelor pentru mai multe ferme, pentru a asigura o bază de comparație între rezultatele obținute, se recomandă transformarea valorilor exprimate în unități de masă (g) în valori relative, prin raportarea valorii bilanțului de metal la cantitatea totală de produs animal obținută în anul respectiv (de exemplu, în cazul unei ferme de vaci pentru lapte, se poate exprima bilanțul de metal în g/t lapte sau g/kL lapte).

c) *Bilanțul de metale la nivel de parcelă* se calculează conform formulei:

$$\text{Bilanț de metal} = \text{Intrări la nivel de parcelă} - \text{Ieșiri la nivel de parcelă}$$

Utilizând datele completate în fișa F4 (Anexa 4) și rezultatele determinărilor efectuate în faza de laborator (sistemizate într-un buletin de analiză) se poate calcula bilanțul de metal conform indicațiilor prezentate în *Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă* – F7 (Anexa 7).

Această fișă se completează pentru fiecare metal de interes și pentru fiecare dintre parcelele în care se află dispersată suprafața de teren agricol a fermei, iar datele de intrare necesare pentru efectuarea calculelor sunt următoarele:

- *cantitatea de material/produs* intrată sau ieșită din parcelă – valorile se preiau din fișa F4 (Anexa 4);
- *umiditatea materialului/produsului* intrat sau ieșit din parcelă – valorile se stabilesc pentru fiecare material/produs prin determinări specifice de laborator și se preiau din buletinul de analiză sau din fișa F4; se completează în F7 numai pentru situațiile în care conținutul de metal al respectivului material/produs se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată) și se utilizează în calcul cantității de substanță uscată conținută în acel material/produs;

- *conținutul de metal al materialului/produsului* intrat sau ieșit din parcelă - valorile se stabilesc pentru fiecare material prin determinări specifice de laborator și se preiau din buletinul de analiză.

Folosind date de intrare enumerate anterior se calculează cantitatea de metal intrată/ieșită din parcelă prin intermediul fiecărei verigi identificate în sistem.

Pentru fiecare categorie de intrări/ieșiri se calculează, ca sumă a cantităților de metal obținute pentru fiecare material/produs ce aparține acelei categorii, cantitatea de metal intrată în/ieșită din parcelă. Bilanțul la nivelul parcelei se calculează ca diferența dintre suma tuturor cantităților de metal intrate în parcelă și suma tuturor cantităților de metal ieșite din parcelă.

Atunci când se urmărește evaluarea bilanțurilor de metale pentru întreaga suprafața de teren agricol a fermei se pot calcula valorile respective ca medii aritmetice ponderate ale valorilor obținute pentru toate parcelele în care se află dispersată suprafața de teren agricol, utilizând ca ponderi suprafețele parcelor.

Dacă situația din ferma pentru care se estimează bilanțurile de metale o impune, faza de birou se poate finaliza cu o interpretarea a rezultatelor obținute și cu elaborarea unor recomandări privind managementul în fermă, în scopul limitării efectelor negative ale acumulării unor metale grele în produsele vegetale sau de origine animală.

F1 – Fișa de caracterizare generală a fermei pentru care se estimează bilanțurile de metale

1.	Proprietar fermă	
2.	Profesie proprietar	
3.	Localizare fermă	
4.	Adresa sediului fermei	
5.	Anul pentru care se estimează bilanțurile	
6.	Suprafața totală de teren agricol (ha), din care pe categorii de folosință:	
6.1	arabil	
6.2	fânețe	
6.3	pășuni	
6.4	vii	
6.5	livezi	
7.	Număr total de parcele în care se află dispersată suprafața de teren agricol, din care pe categorii de folosință:	
7.1	arabil	
7.2	fânețe	
7.3	pășuni	
7.4	vii	
7.5	livezi	
8.	Tipul fermei	< se va completa unul din următoarele tipuri:
9.	Gama de plante cultivate în anul pentru care se estimează bilanțurile de metale	< pentru fiecare plantă se vor preciza: denumirea plantei și suprafața cultivată cu planta respectivă în anul de studiu >
10.	Număr total de animale crescute în fermă, din care pe specii:	
10.1	bovine adulte	
10.2	bovine tinere	
10.3	ovine și caprine	
10.4	porcine	
10.5	cabaline	
10.6	păsări	

F2 – Fișa cu informațiile necesare pentru estimarea bilanțului de metale la poarta fermei

1.	Proprietar fermă	
2.	Adresa sediului fermei	
3.	Anul pentru care se estimează bilanțul	
Intrări în fermă (produse cumpărate sau procurate din exteriorul fermei)		
4.	Materiale vegetale utilizate ca hrană pentru animalele din fermă [cereale (orz, grâu, porumb, etc.), produse obținute din cereale (tărâțe, făină, etc.), furaje (lucernă, trifoi, porumb siloz, etc.), alte produse (borhoturi, melasă, etc.)]	< pentru fiecare material vegetal, se vor preciza: denumirea, cantitatea intrată în fermă (exprimată în kg) și sursa de proveniență >
5.	Materiale vegetale utilizate ca așternut pentru animalele din fermă [paie (orz, grâu, etc.), rumeguș, etc.]	< pentru fiecare material vegetal, se vor preciza: denumirea, cantitatea intrată în fermă (exprimată în kg) și sursa de proveniență >
6.	Apa utilizată în fermă	< se vor preciza, pentru fiecare sursă de apă utilizată în fermă atât în perioada de stabulație, cât și în cea de pășunat: localizarea sursei de apă, cantitatea intrată în fermă (exprimată în L) >
7.	Îngrășăminte minerale	< pentru fiecare tip de îngrășământ mineral se vor preciza: denumirea, cantitatea intrată în fermă (exprimată în kg) și producătorul >
8.	Îngrășăminte organice (gunoi de grajd, compost, nămol orășenesc, etc.)	< pentru fiecare tip de îngrășământ organic se vor preciza: denumirea, cantitatea intrată în fermă (exprimată în kg) și sursa de proveniență >
9.	Amendamente	< pentru fiecare amendament cumpărat se vor preciza: denumirea, cantitatea intrată în fermă (exprimată în kg) și sursa de proveniență >
10.	Pesticide (ierbicide, fungicide, insecticide)	< pentru fiecare pesticid cumpărat se vor preciza: denumirea, cantitatea intrată în fermă (exprimată în kg sau L) și, eventual, producătorul >
11.	Semințe	< pentru fiecare plantă se vor preciza: denumirea, cantitatea de sămânță intrată în fermă (exprimată în kg) și, eventual, soiul sau hibridul >
12.	Animale	< pentru fiecare specie se vor preciza: denumirea, cantitatea intrată în fermă (exprimată în kg) și, eventual, rasa, vârsta și sursa de proveniență >
Ieșiri din fermă (produse vândute sau scoase din fermă)		
13.	Produse vegetale utilizate ca hrană pentru oameni sau animale [cereale (grâu, porumb, etc.), furaje (lucernă, trifoi, porumb siloz, etc.)]	< pentru fiecare produs, se vor preciza: denumirea și cantitatea ieșită din fermă (exprimată în kg) >
14.	Materiale vegetale utilizate ca așternut pentru animale [paie (orz, grâu, etc.)]	< pentru fiecare material vegetal, se vor preciza: denumirea și cantitatea ieșită din fermă (exprimată în kg) >
15.	Îngrășăminte organice (gunoi de grajd)	< pentru fiecare tip de îngrășământ organic se vor preciza: denumirea și cantitatea ieșită din fermă (exprimată în kg) >
16.	Animale	< pentru fiecare specie se vor preciza: denumirea, cantitatea ieșită din fermă (exprimată în kg) și, eventual, rasa, vârsta și destinația >
17.	Produse de origine animală (produse lactate, ouă, lână, etc.)	< pentru fiecare produs, se vor preciza: denumirea și cantitatea ieșită din fermă (exprimată în kg sau L) >

**F3 – Fișă cu informațiile necesare pentru estimarea bilanțului de metale
la nivelul sectorului de creștere a animalelor din fermă**

1.	Proprietar fermă	
2.	Adresa sediului fermei	
3.	Anul pentru care se estimează bilanțul	
Intrări în sectorul de creștere a animalelor din fermă		
4.	Materiale vegetale utilizate ca hrană pentru animalele din fermă [cereale(orz, grâu, porumb, etc.), produse obținute din cereale (tărâțe, făină, etc.), furaje (lucernă, trifoi, porumb siloz, etc.), alte produse (borhoturi, melasă, etc.)]	< pentru fiecare material vegetal, se vor preciza: denumirea, cantitatea utilizată în sectorul de creștere a animalelor (exprimată în kg) și, eventual, sursa de proveniență (de exemplu: din producție proprie sau cumpărat de la) >
5.	Materiale vegetale utilizate ca așternut pentru animalele din fermă [paie (orz, grâu, etc.), rumeguș, etc.]	< pentru fiecare material vegetal, se vor preciza: denumirea, cantitatea utilizată în sectorul de creștere a animalelor (exprimată în kg) și, eventual, sursa de proveniență (de exemplu: din producție proprie sau cumpărat de la) >
6.	Apa utilizată în sectorul de creștere a animalelor din fermă	< se vor preciza, pentru fiecare sursă de apă utilizată în sectorul de creștere a animalelor atât în perioada de stabulație, cât și în cea de pășunat: localizarea sursei de apă, cantitatea consumată în sectorul de creștere a animalelor (exprimată în L) >
7.	Animale	< pentru fiecare specie se vor preciza: denumirea, cantitatea intrată în sectorul de creștere a animalelor (exprimată în kg) și, eventual, rasa, vârsta și sursa de proveniență >
Ieșiri din sectorul de creștere a animalelor din fermă		
8.	Produse de origine animală (produse lactate, ouă, etc.)	< pentru fiecare produs, se vor preciza: denumirea și cantitatea ieșită din sectorul de creștere a animalelor (exprimată în kg sau L) >
9.	Animale	< pentru fiecare specie se vor preciza: denumirea, cantitatea ieșită din sectorul de creștere a animalelor (exprimată în kg) și, eventual, rasa, vârsta și destinația (de exemplu: la abator pentru sacrificare sau la altă fermă) >
10.	Îngrășăminte organice (gunoi de grajd, etc.)	< pentru fiecare tip de îngrășământ organic se vor preciza: denumirea și cantitatea ieșită din sectorul de creștere a animalelor (exprimată în kg) >

1.	Proprietar fermă	
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
Intrări la nivel de parcelă		
9.	Îngrășăminte minerale	< pentru fiecare tip de îngrășământ mineral se vor preciza: denumirea, cantitatea aplicată pe parcelă (exprimată în kg/ha) și, eventual, producătorul >
10.	Îngrășăminte organice (gunoi de grajd, compost, nămol orășenesc, etc.)	< pentru fiecare tip de îngrășământ organic se vor preciza: denumirea, cantitatea aplicată pe parcelă (exprimată în kg/ha) și sursa de proveniență >
11.	Amendamente	< pentru fiecare amendament se vor preciza: denumirea, cantitatea aplicată pe parcelă (exprimată în kg/ha) și sursa de proveniență >
12.	Pesticide (ierbicide, fungicide, insecticide)	< pentru fiecare pesticid se vor preciza: denumirea, cantitatea aplicată pe parcelă (exprimată în kg/ha sau L/ha) și, eventual, producătorul >
13.	Semințe	< se vor preciza: denumirea plantei, cantitatea de sămânță utilizată la semănat (exprimată în kg/ha) și, eventual, soiul sau hibridul >
14.	Apa utilizată pentru irigație	< dacă este cazul, se vor preciza: sursa apei de irigație, cantitatea de apă utilizată (exprimată în m³/ha) și metoda de udare >
15.	Apa provenită din precipitații	< se vor preciza: cantitatea de apă provenită din precipitații (exprimată în L/m² sau L/ha), sursa informației și, dacă este posibil, datele de caracterizare ale apei (exprimate în mg metal / L) >
16.	Depuneri din atmosferă	< dacă există informația, se vor preciza: cantitatea de pulberi provenite din atmosferă depusă pe sol (exprimată în kg/ha) și datele de caracterizare ale acestor pulberi (exprimate în mg metal / kg) >
Ieșiri la nivel de parcelă		
17.	Producția principală obținută pe parcelă	< se vor preciza: denumirea produsului (știuleți, tuberculi, fân, etc.), producția obținută pe parcelă (exprimată în kg/ha), cantitatea utilizată în sectorul zootehnic (exprimată în kg), alte utilizări ale producției principale (dacă este cazul) și umiditatea estimată la momentul recoltării (exprimată în %) >
18.	Producția secundară obținută pe parcelă	< dacă este cazul, se vor preciza: denumirea produsului (paie, coceni, etc.), producția obținută pe parcelă (exprimată în kg/ha), cantitatea utilizată în sectorul zootehnic (exprimată în kg), alte utilizări ale producției secundare și umiditatea estimată la momentul evaluării producției (exprimată în %) >
19.	Pierderea de sol prin eroziune de suprafață	< dacă există informația, se va preciza: cantitatea de sol îndepărtată de la suprafața acestuia prin eroziune (exprimată în kg/ha) >
20.	Pierderea de metal prin levigare	< dacă există informația, se va preciza: cantitatea de metal îndepărtată cu apa de percolare din partea superioară a solului (exprimată în kg/ha) >

F5 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la poarta fermei

Proprietar fermă: < se preia din fișa F2 >

An estimare bilanț: < din fișa F2 >

Denumire metal (simbol chimic):

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate produs ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg s.u., kg sau L)	Conținut de metal al produsului ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări în fermă (produse cumpărate sau procurate din exteriorul fermei)						< I = I1 + I2 + ... + I9 >
2.	Materiale vegetale utilizate ca hrană pentru animalele din fermă						< I1 = MH1 + ... + MHn >
	< denumire material vegetal utilizat ca hrană 1 >	kg	< H1 >	< UH1 >	< = H1 x (1–UH1/100) >	< CMH1 >	< MH1= col.5 x col.6 / 1000 >
							
	< denumire material vegetal utilizat ca hrană n >	kg	< Hn >	< UHn >	< = Hn x (1–UHn/100) >	< CMHn >	< MHn= col.5 x col.6 / 1000 >
3.	Materiale vegetale utilizate ca așternut pentru animalele din fermă						< I2 = MAS1 + ... + MASn >
	< denumire material vegetal utilizat ca așternut 1 >	kg	< AS1 >	< UAS1 >	< = AS1 x (1–UAS1/100) >	< CMAS1 >	< MAS1= col.5 x col.6 / 1000 >
							
	< denumire material vegetal utilizat ca așternut n >	kg	< ASn >	< UASn >	< = ASn x (1–UASn/100) >	< CMASn >	< MASn= col.5 x col.6 / 1000 >
4.	Apa utilizată în fermă						< I3 = MA1 + MA2 >
	apa utilizată în perioada de stabulație	L	< A1 >		< A1 >	< CMA1 >	< MA1= col.5 x col.6 / 1000 >
	apa utilizată în perioada de pășunat	L	< A2 >		< A2 >	< CMA2 >	< MA2= col.5 x col.6 / 1000 >
5.	Îngrășăminte minerale						< I4 = MIM1 + ... + MIMn >
	< denumire îngrășământ mineral 1 >	kg	< IM1 >	< UIM1 >	< = IM1 x (1–UIM1/100) >	< CMIM1 >	< MIM1= col.5 x col.6 / 1000 >
							
	< denumire îngrășământ mineral n >	kg	< IMn >	< UIMn >	< = IMn x (1–UIMn/100) >	< CMIMn >	< MIMn= col.5 x col.6 / 1000 >
6.	Îngrășăminte organice						< I5 = MIO1 + ... + MION >
	< denumire îngrășământ organic 1 >	kg	< IO1 >	< UIO1 >	< = IO1 x (1–UIO1/100) >	< CMIO1 >	< MIO1= col.5 x col.6 / 1000 >
							
	< denumire îngrășământ organic n >	kg	< IOn >	< UIOn >	< = IOn x (1–UIOn/100) >	< CMION >	< MION= col.5 x col.6 / 1000 >
7.	Amendamente						< I6 = MAM1 + ... + MAMn >
	< denumire amendament 1 >	kg	< AM1 >	< UAM1 >	< = AM1 x (1–UAM1/100) >	< CMAM1 >	< MAM1= col.5 x col.6 / 1000 >
							
	< denumire amendament n >	kg	< AMn >	< UAMn >	< = AMn x (1–UAMn/100) >	< CMAMn >	< MAMn= col.5 x col.6 / 1000 >
8.	Pesticide						< I7 = MP1 + ... + MPn >
	< denumire pesticid 1 >	kg sau L	< P1 >		< P1 >	< CMP1 >	< MP1= col.5 x col.6 / 1000 >
							
	< denumire pesticid n >	kg sau L	< Pn >		< Pn >	< CMPn >	< MPn= col.5 x col.6 / 1000 >

Anexa 5 (continuare)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate produs ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg s.u., kg sau L)	Conținut de metal al produsului ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g)
0	1	2	3	4	5	6	7
9.	Semințe						< I8 = MS1 + ... + MSn >
	< denumire plantă, eventual soi/hibrid 1 >	kg	< S1 >	< US1 >	< = S1 x (1–US1/100) >	< CMS1 >	< MS1= col.5 x col.6 / 1000 >
							
	< denumire plantă, eventual soi/hibrid n >	kg	< Sn >	< USn >	< = Sn x (1–USn/100) >	< CMSn >	< MSn= col.5 x col.6 / 1000 >
10.	Animale						< I9 = MAN1 + ... + MANn >
	< denumire specie, rasă și categorie de vârstă 1 >	kg	< AN1 >		< AN1 >	< CMAN1 >	< MAN1= col.5 x col.6 / 1000 >
							
	< denumire specie, rasă și categorie de vârstă n >	kg	< ANn >		< ANn >	< CMANn >	< MANn= col.5 x col.6 / 1000 >
11.	Ieșiri din fermă (produse vândute sau scoase din fermă)						< O = O1+O2+...+O5 >
12.	Produse vegetale utilizate ca hrană pentru oameni sau animale						< O1 = MPV1 + ... + MPVn >
	< denumire produs vegetal utilizat ca hrană 1 >	kg	< PV1 >	< UPV1 >	< = PV1 x (1–UPV1/100) >	< CMPV1 >	< MPV1= col.5 x col.6 / 1000 >
							
	< denumire produs vegetal utilizat ca hrană n >	kg	< PVn >	< UPVn >	< = PVn x (1–UPVn/100) >	< CMPVn >	< MPVn= col.5 x col.6 / 1000 >
13.	Materiale vegetale utilizate ca așternut pentru animale						< O2 = MAs1 + ... + MAsn >
	< denumire material vegetal utilizat ca așternut 1 >	kg	< As1 >	< UAs1 >	< = As1 x (1–UAs1/100) >	< CMAs1 >	< MAs1= col.5 x col.6 / 1000 >
							
	< denumire material vegetal utilizat ca așternut n >	kg	< Asn >	< UAsn >	< = Asn x (1–UAsn/100) >	< CMAsn >	< MAsn= col.5 x col.6 / 1000 >
14.	Îngrășăminte organice (gunoi de grajd)						< O3 = Mlo1 + ... + Mlon >
	< denumire îngrășământ organic 1 >	kg	< lo1 >	< Ulo1 >	< = lo1 x (1–Ulo1/100) >	< CMlo1 >	< Mlo1= col.5 x col.6 / 1000 >
							
	< denumire îngrășământ organic n >	kg	< lon >	< Ulon >	< = lon x (1–Ulon/100) >	< CMlon >	< Mlon= col.5 x col.6 / 1000 >
15.	Animale						< O4 = MAN1 + ... + MANp >
	< denumire specie, rasă și categorie de vârstă 1 >	kg	< An1 >		< An1 >	< CMAN1 >	< MAN1= col.5 x col.6 / 1000 >
							
	< denumire specie, rasă și categorie de vârstă p >	kg	< Anp >		< Anp >	< CMANp >	< MANp= col.5 x col.6 / 1000 >
16.	Produse de origine animală						< O5 = MPA1 + ... + MPAn >
	< denumire produs de origine animală 1 >	kg sau L	< PA1 >		< PA1 >	< CMPA1 >	< MPA1= col.5 x col.6 / 1000 >
							
	< denumire produs de origine animală n >	kg sau L	< PAn >		< PAn >	< CMPAn >	< MPAn= col.5 x col.6 / 1000 >
17.	Bilanț de metal la poarta fermei (= Intrări în fermă – Ieșiri din fermă)						< BM = I – O >

(a) Valorile se preiau din fișa F2

(b) (d) Valori medii (minim 3 probe) calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator

(c) Se calculează, utilizând formula col.5 = col.3 x (1 – col.4 / 100), numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

F6 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivelul sectorului de creștere a animalelor din fermă

Proprietar fermă: < se preia din fișa F3 >

An estimare bilanț: < din fișa F3 >

Denumire metal (simbol chimic):

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg s.u., kg sau L)	Conținut de metal ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări în sectorul de creștere a animalelor din fermă						< I = I1 + I2 + I3 + I4 >
2.	Materiale vegetale utilizate ca hrană pentru animalele din fermă						< I1 = MH1 + ... + MHn >
	< denumire material vegetal utilizat ca hrană 1 >	kg	< H1 >	< UH1 >	< = H1 x (1-UH1/100) >	< CMH1 >	< MH1= col.5 x col.6 / 1000 >
							
	< denumire material vegetal utilizat ca hrană n >	kg	< Hn >	< UHn >	< = Hn x (1-UHn/100) >	< CMHn >	< MHn= col.5 x col.6 / 1000 >
3.	Materiale vegetale utilizate ca așternut pentru animalele din fermă						< I2 = MAS1 + ... + MASn >
	< denumire material vegetal utilizat ca așternut 1 >	kg	< AS1 >	< UAS1 >	< = AS1 x (1-UAS1/100) >	< CMAS1 >	< MAS1= col.5 x col.6 / 1000 >
							
	< denumire material vegetal utilizat ca așternut n >	kg	< ASn >	< UASn >	< = ASn x (1-UASn/100) >	< CMASn >	< MASn= col.5 x col.6 / 1000 >
4.	Apa utilizată în sectorul de creștere a animalelor din fermă						< I3 = MA1 + MA2 >
	apa utilizată în perioada de stabulație	L	< A1 >		< A1 >	< CMA1 >	< MA1= col.5 x col.6 / 1000 >
	apa utilizată în perioada de pășunat	L	< A2 >		< A2 >	< CMA2 >	< MA2= col.5 x col.6 / 1000 >
5.	Animale						< I4 = MAN1 + ... + MANn >
	< denumire specie, rasă și categorie de vârstă 1 >	kg	< AN1 >		< AN1 >	< CMAN1 >	< MAN1= col.5 x col.6 / 1000 >
							
	< denumire specie, rasă și categorie de vârstă n >	kg	< ANn >		< ANn >	< CMANn >	< MANn= col.5 x col.6 / 1000 >
6.	Ieșiri din sectorul de creștere a animalelor din fermă						< O = O1+O2+O3 >
7.	Produse de origine animală						< O1 = MPA1 + ... + MPAn >
	< denumire produs de origine animală 1 >	kg sau L	< PA1 >		< PA1 >	< CMPA1 >	< MPA1= col.5 x col.6 / 1000 >
							
	< denumire produs de origine animală n >	kg sau L	< PAn >		< PAn >	< CMPAn >	< MPAn= col.5 x col.6 / 1000 >
8.	Animale						< O2 = MAN1 + ... + MANp >
	< denumire specie, rasă și categorie de vârstă 1 >	kg	< An1 >		< An1 >	< CMAn1 >	< MAN1= col.5 x col.6 / 1000 >
							
	< denumire specie, rasă și categorie de vârstă p >	kg	< Anp >		< Anp >	< CMAnp >	< MANp= col.5 x col.6 / 1000 >
9.	Îngrășăminte organice (gunoi de grajd, etc.)						< O3 = MIO1 + ... + MIOn >
	< denumire îngrășământ organic 1 >	kg	< IO1 >	< UIO1 >	< = IO1 x (1-UIO1/100) >	< CMIO1 >	< MIO1= col.5 x col.6 / 1000 >
							
	< denumire îngrășământ organic n >	kg	< IOn >	< UIOn >	< = IOn x (1-UIOn/100) >	< CMIOn >	< MIOn= col.5 x col.6 / 1000 >
10.	Bilanț de metal la nivelul sectorului de creștere a animalelor din fermă (= Intrări în sector – Ieșiri din sector)						< BM = I – O >

^(a) Valorile se preiau din fișa F3

^{(b) (d)} Valori medii (minim 3 probe) calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator

^(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

F7 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

Proprietar fermă: < se preia din fișa F4 >

An estimare bilanț: <din fișa F4>

Denumire metal (simbol chimic):

Cod parcelă: < se preia din fișa F4 >

Suprafață parcelă (ha): <din fișa F4>

Categorie de folosință (plantă cultivată): < se preiau din fișa F4 >

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg/ha sau L/ha)	Conținut de metal ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g/ha)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări la nivel de parcelă						< I = I1 + I2 + ... + I8 >
2.	Îngrășăminte minerale						< I1 = MIM1 + ... + MIMn >
	< denumire îngrășământ mineral 1 >	kg/ha	< IM1 >	< UIM1 >	< = IM1 x (1-UIM1/100) >	< CMIM1 >	< MIM1= col.5 x col.6 / 1000 >
							
	< denumire îngrășământ mineral n >	kg/ha	< IMn >	< UIMn >	< = IMn x (1-UIMn/100) >	< CMIMn >	< MIMn= col.5 x col.6 / 1000 >
3.	Îngrășăminte organice (<denumire îngrășământ>)						< I2 = col.5 x col.6 /1000 >
4.	Amendamente (< denumire amendament >)						< I3 = col.5 x col.6 /1000 >
5.	Pesticide						< I4 = MP1 + ... + MPn >
	< denumire pesticid 1 >	kg/ha L/ha	< P1 >		< P1 >	< CMP1 >	< MP1= col.5 x col.6 / 1000 >
							
	< denumire pesticid n >	kg/ha L/ha	< Pn >		< Pn >	< CMPn >	< MPn= col.5 x col.6 / 1000 >
6.	Semințe (< denumire plantă, soi/hibrid >)						< I5 = col.5 x col.6 /1000 >
7.	Apă utilizată pentru irigație						< I6 = col.5 x col.6 /1000 >
8.	Apă provenită din precipitații						< I7 = col.5 x col.6 /1000 >
9.	Depuneri din atmosferă						< I8 = col.5 x col.6 /1000 >
10.	Ieșiri la nivel de parcelă						< O = O1+O2+O3+O4 >
11.	Producția principală ieșită din parcelă						< O1 = col.5 x col.6 /1000 >
12.	Producția secundară ieșită din parcelă						< O2 = col.5 x col.6 /1000 >
13.	Pierdere de sol prin eroziune de suprafață						< O3 = col.5 x col.6 /1000 >
14.	Pierdere de metal prin levigare						< O4 = D x 1000 >
15.	Bilanț de metal la nivel de parcelă (= Intrări în parcelă – Ieșiri din parcelă)						< BM = I – O >

(a) Valorile se preiau din fișa F4

(b) (d) Valori medii calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator sau valori din F4 (pentru umiditatea producției)

(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Demonstratie : bilanț estimat pentru o fermă, studiu de caz

A) Descrierea fermei luată în studiu

Ferma luată în studiu este amplasată în comuna Axente Sever, județul Sibiu. Suprafața totală a terenului agricol aflat în exploatare este de 71,46 ha din care 13,86 ha este teren arabil și 3 ha fânețe și 54 ha pășuni.

Suprafața de teren agricol este împărțită în 14 parcele din care pe categorii de folosință: 10 parcele cu teren arabil (codificate de la Ra la Rj), 1 parcelă folosită ca fâneță (Rk) și 3 parcele folosite ca pășuni.

Ferma luată în studiu este o fermă mixtă, ceea ce presupune creșterea animalelor (bovine) și culturi de câmp.

Gama de plante cultivate în anul pentru care se estimează bilanțurile de metale (2010) a fost următoarea:

- porumb – cultivat pe 3,96 ha;
- ovăz – cultivat pe 0,8 ha;
- orzoaică de primăvară – cultivată pe 0,6 ha
- lucernă – cultivată pe 4,8 ha

O suprafață de 3,7 ha a rămas necultivată.

Sectorul de creștere a animalelor este populat cu 22 de animale (bovine) din care 11 bovine adulte și 11 bovine tinere.

Aceste date au fost furnizate de proprietarul fermei și se regăsesc în fișa **F1 – Fișa de caracterizare generală a fermei pentru care se estimează bilanțurile de metale (Tabel 1)**.

*B) Faza de teren pentru estimarea **bilanțului de metale la poarta fermei***

Pentru estimarea bilanțului de metale la poarta fermei informațiile privind intrările și ieșirile din sistem s-au completat în fișa F2 (**Tabel 2**) împreună cu proprietarul fermei studiate.

Produsele cumpărate sau procurate din exteriorul fermei considerate **intrări în fermă** identificate pe baza informațiilor oferite de fermier au fost:

a) Materiale vegetale utilizate ca hrană pentru animalele din fermă:

- tărâțe de grâu achiziționate din comuna Axente Sever – 120 kg
- tăieței de sfeclă achiziționate de la fabrica de bere Luduș – 50000 kg
- paie de grâu achiziționate din comuna Axente Sever – 10000 kg
- paie de grâu achiziționate din comuna Agârbiciu – 3000 kg

b) Materiale vegetale utilizate ca așternut pentru animalele din fermă:

- paie de grâu achiziționate din comuna Agârbiciu – 5000 kg;
- rumeguș de fag și stejar achiziționat din Agârbiciu – 30000 kg

c) Apa utilizată în fermă:

- în perioada de stabulație – provenită din foraj de adâncime amplasat în comuna Axente Sever
- în perioada de pășunat – provenită dintr-un izvor de coastă captat pe pășune și amplasat în localitatea Șoala

d) Îngrășăminte minerale:

- azotat de amoniu (cu 34,5%N) achiziționat de la SC AZOMUREȘ SA – 1500 kg
- îngrășământ complex (K – 22 – 22 – 0) achiziționat de la SC AZOMUREȘ SA – 500 kg

e) Pesticide – s-a folosit ierbicid MerlinDuo – 8 L

f) Semințe achiziționate în scopul înființării culturilor:

- porumb (Pioneer PR 38A24) – 100 kg
- triticales – 600 kg
- ovăz – 150 kg
- orzoacă de primăvară – 120 kg.

În acest an (2010) nu au fost introduse în fermă îngrășăminte organice și nici amendamente și de asemenea nu s-au achiziționat animale vii.

Produsele vândute sau scoase din fermă considerate **ieșiri din fermă** identificate pe baza informațiilor oferite de fermier au fost:

a) Îngrășăminte organice:

- gunoi de grajd scos din fermă și având diferite destinații: 20 t pentru Primăria Copșa Mică, 20 t pentru un fermier din Axente Sever și 30 t pentru pământ de flori.

b) Produse de origine animală:

- lapte din perioada de stabulație – 14840 L
- lapte din perioada de pășunat – 34595 L

În scopul determinării conținutului de metal din fiecare tip de produs identificat ca ieșire sau intrare din sistem au fost recoltate probe reprezentative în cel puțin 4 repetiții.

Faza de teren pentru estimarea bilanțului de metale la nivelul sectorului de creștere a animalelor din fermă

Pentru estimarea bilanțului de metale la nivelul sectorului de creștere a animalelor din fermă datele privind intrările și ieșirile din sistem s-au completat în fișa F3 (Tabel 3) împreună cu proprietarul fermei.

În vederea identificării intrărilor de metale la nivelul sectorului de creștere a animalelor din fermă s-au strâns informații privind toate produsele sau materiale ce pătrund în sectorul de creștere a animalelor și pot reprezenta o potențială sursă de metale:

a) Materiale vegetale utilizate ca hrană pentru animalele din fermă:

- tărâțe de grâu achiziționate din comuna Axente Sever – 120 kg;
- tăieței de sfeclă achiziționate de la fabrica de bere Luduș – 50000 kg;
- paie de grâu achiziționate din comuna Axente Sever – 10000 kg;

- paie de grâu achiziționate din comuna Agârbiciu – 3000 kg;
- știuleți de porumb reprezentând producția principală obținută în parcela Rb – 11680 kg
- coceni de porumb reprezentând producția secundară obținută în parcela Rb – 1000 kg;
- știuleți de porumb reprezentând producția principală obținută pe parcela Rc – 8100 kg
- știuleți de porumb reprezentând producția principală obținută pe parcela Rd – 7200 kg
- orzoiacă (fân uscat în brazdă și balotat) obținut pe parcela Rf – 1800 kg;
- știuleți de porumb reprezentând producția principală obținută pe parcela Rh – 4750 kg
- lucernă (fân uscat în brazdă și balotat) obținut pe parcela Ri – 38400 kg;
- ovăz (fân uscat în brazdă și balotat) obținut pe parcela Rj – 2400 kg
- graminee (fân uscat în brazdă și balotat) obținut pe parcela Rk – 9000 kg.

b) Materiale vegetale utilizate ca așternut pentru animalele din fermă:

- paie de grâu achiziționate din comuna Agârbiciu – 5000 kg;
- rumeguș de fag și stejar achiziționat din Agârbiciu – 30000 kg

c) Apa utilizată în fermă:

- în perioada de stabulație – provenită din foraj de adâncime amplasat în comuna Axente Sever
- în perioada de pășunat – provenită dintr-un izvor de coastă captat pe pășune și amplasat în localitatea Șoala

În acest an (2010) nu s-au achiziționat animale vii.

Identificarea ieșirilor de metale din sistem (în sectorul de creștere a animalelor) s-a realizat culegând informații cu privire la produsele/materiale vândute sau scoase din sectorul de creștere a animalelor ce pot reprezenta o potențială sursă de metale:

a) Produse de origine animală:

- lapte din perioada de stabulație – 14840 L
- lapte din perioada de pășunat – 34595 L

b) Îngrășăminte organice:

- gunoi de grajd scos din sectorul de creștere a animalelor – 50000 kg

Din fiecare material/produs identificat ca fiind o sursă de metal sau un vector de externalizare a metalului din sistem s-au recoltat probe reprezentative (cel puțin 3 probe) ce au fost trimise către laborator, în scopul determinării conținutului de metal din materialul respectiv.

Faza de teren pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

Pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă (câmp) informațiile privind intrările și ieșirile din sistem s-au completat în fișa F4 (*Tabel 4*) în prezența proprietarului fermei.

În scopul identificării intrărilor de metale la nivel de parcelă s-au cules informații privind toate sursele potențiale care introduc metale în parcelă. Informațiile sunt prezentate în *Tabelele 4.1 – 4.11*. Datorită imposibilității obținerii unor date privitoare depuneri atmosferice, cantitatea și calitatea apei din precipitații, pierderile de sol prin eroziune sau amploarea fenomenelor de

levigare a metalelor din sol aceste fișe nu sunt complete, fapt ce va afecta estimarea bilanțului la nivel de parcelă.

Din fiecare tip de material identificat ca fiind o sursă de metal sau un vector de externalizare a metalului din sistem s-au recoltat probe reprezentative (cel puțin 3 probe) ce au fost trimise către laborator în scopul determinării conținutului de metal.

C) Faza de laborator

La sosirea din teren probele au fost verificate și predate către laborator însoțite de un *borderou centralizator de probe* cu specificațiile de identificare ale probei recoltate (sol, material vegetal, de origine animală, apă, etc.) precum și determinările de laborator solicitate a fi executate.

Cu datele analitice obținute din buletinele primare de analize s-au alcătuit tabelele de caracterizare centralizate care au furnizat datele de intrare pentru fișele de calcul ale bilanțurilor de metale.

D) Faza de birou

Calculul diferitelor tipuri de bilanț

a) Bilanțul de metale la poarta fermei se calculează conform formulei:

$$\text{Bilanț de metal} = \text{Intrări în fermă} - \text{Ieșiri din fermă}$$

Cu ajutorul datelor completate în fișa **F2 (Tabel 2)** și al rezultatelor determinărilor efectuate în faza de laborator (sistemizate într-un buletin de analiză) s-a putut calcula bilanțul pentru fiecare metal considerat (Cu, Zn, Cd și Pb) conform indicațiilor prezentate în *Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la poarta fermei – F5* iar rezultatele sunt prezentate în **Tabelele 5.1 – 5.4.**

Se remarcă faptul că pentru toate cele 4 metale (Cu, Zn, Cd și Pb) bilanțul la poarta fermei este negativ. Prin urmare exportul de metal din fermă este superior importului de metal. Acest dezechilibru se datorează faptului că din fermă iese o cantitate relativ mare de gunoi de grajd având conținuturi medii de metale relativ mari (49 mg/kg Cu, 553 mg/kg Zn, 78 mg/kg Pb).

Valorile ridicate ale conținuturilor de metale se datorează impurificării gunoiului de grajd cu solul din incinta sectorului de creștere a animalelor. Depozitarea gunoiului de grajd se realizează direct pe solul (având conținuturi ridicate de metale) din incinta fermei nefiind asigurată o platformă betonată specială pentru depozitarea acestor reziduuri organice.

Analizând bilanțul la poarta fermei calculat pentru cupru se observă că cele mai importante intrări de cupru în fermă se realizează prin intermediul materialelor vegetale utilizate ca așternut pentru animalele din fermă, în special prin rumeguș. Exportul masiv de cupru realizat prin gunoiul de grajd a înclinat balanța în sens negativ. Această balanță este afectată de contaminarea gunoiului de grajd cu solul contaminat pe care a fost depozitat (**Tabel 5.1**).

Cea mai mare cantitate de zinc intră în fermă prin intermediul apei utilizate în perioada de pășunat, apă provenită dintr-un izvor de coastă. Cantitatea mare de zinc din această apă se datorează atât impurităților (particule fine de sol) dar și sistemului de colectare (țevi metalice, igheaburi, etc.). Cea mai mare cantitate de zinc se scoate din fermă odată cu gunoiul de grajd. Valoarea medie obținută prin analiza de laborator pentru probele de gunoi de grajd este

supraevaluată datorită impurificării cu sol contaminat, impurificare datorată depozitării necorespunzătoare a gunoiului de grajd (**Tabel 5.2**).

În cazul cadmiului bilanțul la poarta fermei este negativ, exportul de cadmiu din fermă realizându-se de asemenea prin intermediul gunoiului de grajd (**Tabel 5.3**).

Calculul bilanțului de plumb la poarta fermei indică intrări relativ reduse de plumb în fermă (649,27 g) și ieșiri de aproximativ 4 ori mai mari (2904,97 g) ceea ce conduce la o balanță negativă pentru acest element (**Tabel 5.4**).

O interpretare simplistă a bilanțului de metale la poarta fermei ar indica un export masiv al acestor metale în exteriorul fermei. Trebuie subliniat faptul că acest bilanț ia în considerare numai intrările și ieșirile de metale din fermă fără a ține seama de acumularea metalelor în interiorul fermei și nici de fluxurile de metal pe circuitul sol-planta-animal-gunoi de grajd-sol. Se observă cum o eroare de management a deșeurilor poate afecta în mod dramatic bilanțul unor elemente în special în cazul în care există o problemă de poluare în zona respectivă.

b) Bilanțul de metale la nivelul sectorului de creștere a animalelor din fermă se calculează conform formulei:

$$\text{Bilanț de metal} = \text{Intrări în sectorul de creștere a animalelor} - \text{Ieșiri din sectorul de creștere a animalelor}$$

Cu ajutorul datelor completate în fișa F3 (Tabel 3) și al rezultatelor determinărilor efectuate în faza de laborator (sistemizate într-un buletin de analiză) s-a calculat bilanțul de metal (Cu, Zn, Cd și Pb) conform regulilor prezentate în Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivelul sectorului de creștere a animalelor din fermă – F6. Rezultatele obținute sunt prezentate în Tabelele 6.1 – 6.4.

Bilanțurile pentru Cu, Zn și Pb calculate la nivelul sectorului de creștere a animalelor au fost negative rezultând un export substanțial de metale prin intermediul gunoiului de grajd impurificat cu solul contaminat. Cea mai importantă intrare de cupru în sectorul de creștere a animalelor s-a realizat prin intermediul lucernei recoltate din parcela Ri (483,84g) dar și prin rumegușul folosit ca așternut pentru animale (281,88g). Externalizarea cuprului din sistem s-a realizat prin gunoi de grajd (1298,50 g) iar bilanțul parțial pentru cupru indică pierderea din sistem a 177,55 g Cu / an (**Tabel 6.1**).

Zincul pătrunde în sectorul de creștere a animalelor în special prin apa folosită pentru adăpare în timpul pășunatului, apă ce provine dintr-un izvor de coastă captat (3174,60 g Zn). De asemenea rumegușul folosit ca așternut are un aport de 2792,70 g zinc iar lucerna recoltată din parcela Ri aduce 1935,36 g Zn. Cea mai mare cantitate de zinc se pierde din sistem prin intermediul gunoiului de grajd (**Tabel 6.2**).

Cadmiul este singurul element pentru care bilanțul la nivelul sectorului de creștere a animalelor a fost pozitiv indicând o acumulare a sa în sistem. Intrările de cadmiu în sistem au fost estimate la 163,75 g Cd / an și s-au datorat în special lucernei folosite în hrana animalelor (51,84 g Cd) și rumegușului achiziționat de la Agârbiciu (44,37 g) și folosit ca așternut pentru animale. Pierderile de cadmiu din sistem s-au realizat majoritar prin intermediul gunoiului de grajd (93,02 g Cd). Se estimează că 70,17 g Cd / an rămâne în sectorul de creștere a animalelor fapt ce poate reprezenta un risc pentru sănătatea animalelor (**Tabel 6.3**).

Bilanțul plumbului la nivelul sectorului de creștere a animalelor a fost negativ ieșirile estimate au fost de aproximativ 3 ori mai mari decât intrările de plumb considerate (**Tabel 6.4**).

c) *Bilanțul de metale la nivel de parcelă se calculează conform formulei:*

$$\text{Bilanț de metal} = \text{Intrări la nivel de parcelă} - \text{Ieșiri la nivel de parcelă}$$

Utilizând datele completate în Fișa F4 pentru fiecare dintre cele 11 parcele identificate în cadrul fermei (Tabele 4.1 – 4.11) și rezultatele determinărilor efectuate în faza de laborator s-a calculat bilanțul de metal pentru toate parcelele cultivate în anul 2010 (7 parcele).

Rezultatele bilanțurilor precum și modul de calcul sunt prezentate în Fișele F7 pentru fiecare parcelă și element în parte (Tabelele 7.1 – 7.28). În aceste tabele câmpurile marcate cu gri deschis nu trebuie completate în situația dată iar absența datelor este marcată prin prezența câmpurilor colorate cu gri închis.

O sinteză a bilanțurilor de metale (Cu, Zn, Cd și Pb) obținute pentru fiecare parcelă luată în studiu este prezentată în **Tabelul 8**.

Se remarcă faptul că pentru fiecare metal luat în studiu bilanțul a fost negativ indicând pierderi de element din sistem. Aceste estimări sunt afectate de erori sistematice datorate imposibilității practice de a determina cantitățile de metale ce pătrund în sistem prin intermediul depunerilor atmosferice. Fiind o zonă în care poluarea cu metale se realizează în special prin pulberi încărcate cu metale grele provenite de la SC SOMETRA SA aportul de metale pe această cale este important, lipsa datelor afectând semnificativ bilanțul de metale la nivel de parcelă.

Tabelul 8

Centralizare bilanț la nivel de parcelă

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Nr. crt	Cod parcelă	Suprafața parcelei (ha)	Bilanț Cu (g/ha)	Bilanț Zn (g/ha)	Bilanț Cd (g/ha)	Bilanț Pb (g/ha)
0	1	2	3	4	5	7
1.	Ra	0,50	bilanț incomplet			
2.	Rb	1,46	-26,08	-334,75	-7,20	-44,25
3.	Rc	0,90	-26,94	-222,14	-5,46	-34,39
4.	Rd	0,80	-19,18	-363,89	-3,37	-12,79
5.	Re	3,20	bilanț incomplet			
6.	Rf	0,60	bilanț incomplet			
7.	Rg	0,20	bilanț incomplet			
8.	Rh	0,60	-24,26	-364,19	-1,59	-11,36
9.	Ri	4,80	-100,80	-403,20	-10,80	-57,10
10.	Rj	0,80	-11,48	-123,68	-3,49	-7,72
11.	Rk	3,00	-21,36	-558,03	-9,08	-24,03
12.	Total (Ra...Rk)	16,86	-52,53	-396,98	-8,17	-37,62

Dintre aspectele cele mai importante ce trebuie clarificate în scopul îmbunătățirii preciziei și utilității acestor bilanțuri de elemente amintim:

- identificarea corectă a fluxurilor interne și calcul acestora;
- stabilirea cu exactitate a modului de recoltare a probelor de gunoi de grajd sau nutreț astfel încât acestea să permită o caracterizare cât mai fidelă a întregii cantități de nutreț sau gunoi considerat; în general compoziția nutrețurilor cumpărate din afara fermei este ușor de controlat pe baza etichetei aplicate de furnizor. Pentru produse precum laptele și carnea

există standarde de calitate dar și numeroase date în literatura de specialitate care pot fi utilizate, în schimb pentru materiale precum gunoiul de grajd, furajele combinate obținute în fermă se impune efectuarea unor determinări specifice în scopul stabilirii compoziției.

- estimarea cantităților de elemente din depunerile atmosferice, pierderile prin levigare sau eroziune, aportul de elemente datorat proceselor de alterare a rocilor; aceste date pot fi estimate pentru diferite regiuni sau tipuri de sol pe baza datelor pedo-climatice regionale coroborate cu datele specifice practicilor agricole aplicate în zona de interes (folosirea amendamentelor, a îngrășămintelor minerale, etc).

Bilanțurile de metale s-au dovedit deosebit de utile în evidențierea unui dezechilibru de elemente la diferite nivele studiate (la poarta fermei, la nivelul sectorului de creștere a animalelor sau la nivelul parcelei). Informațiile obținute pe baza acestor bilanțuri pot reprezenta o baza pentru îmbunătățirea managementului unor nutrienți sau poluanți în fermă.

În cazul fermelor aflate în zone poluate valorile pozitive obținute pentru elementele poluante indică procese de acumulare a acestora în interiorul fermei cu riscuri majore asupra calității produselor. Se impune limitarea pe cât posibil a intrărilor de metale în fermă / sector zootehnic / parcelă prin acțiuni specifice. Astfel se pot limita intrările de metale prin diminuarea cantităților de furaje / nutreț achiziționate de la producători din aceeași zonă și suplimentarea cantităților de nutreț achiziționate din zone nepolluate. În cazul în care o parte din hrana animalelor se asigură prin pășunat liber se recomandă ca parcelele folosite ca pășuni să fie situate cât mai departe de sursa de poluare.

La nivelul parcelelor aflate în apropierea surselor de poluare se recomandă îndepărtarea și distrugerea producției secundare (coceni de porumb, paie, etc) în scopul creșterii cantităților de metale scoase din sistem. Pentru diminuarea cantităților de metale ce intră în sectorul de creștere a animalelor prin intermediul producției principale (boabe porumb, grâu, orz, orzoiacă) este de preferat cultivarea unor hibrizi capabili să acumuleze cantități reduse de metale.

Rezultate apreciable se pot obține prin analiza combinată a acestor bilanțuri de metale prin extinderea studiului în scopul analizării în dinamică a bilanțurilor de masă se pot elabora predicții pe termen lung în scopul utilizării durabile a resurselor de sol.

Tabelul 1

F1 – Fișa de caracterizare generală a fermei pentru care se estimează bilanțurile de metale

1.	Proprietar fermă	ROTAR Mircea
2.	Profesie proprietar	Inginer agronom
3.	Localizare fermă	Comuna Axente Sever, județul Sibiu
4.	Adresa sediului fermei	Axente Sever, nr. 174
5.	Anul pentru care se estimează bilanțurile	2010
6.	Suprafața totală de teren agricol (ha), <i>din care pe categorii de folosință:</i>	70,86
6.1	<i>arabil</i>	13,86
6.2	<i>fânețe</i>	3,00
6.3	<i>pășuni</i>	54,00
6.4	<i>vii</i>	
6.5	<i>livezi</i>	
7.	Număr total de parcele în care se află dispersată suprafața de teren agricol, <i>din care pe categorii de folosință:</i>	14
7.1	<i>arabil</i>	10
7.2	<i>fânețe</i>	1
7.3	<i>pășuni</i>	3
7.4	<i>vii</i>	
7.5	<i>livezi</i>	
8.	Tipul fermei	Mixtă (creșterea animalelor + culturi de câmp)
9.	Gama de plante cultivate în anul pentru care se estimează bilanțurile de metale	porumb (3,96 ha) ovăz (0,8 ha) orzoaică de primăvară (0,6 ha) lucernă (4,8 ha) necultivat (3,7 ha)
10.	Număr total de animale crescute în fermă, <i>din care pe specii:</i>	22
10.1	<i>bovine adulte</i>	11
10.2	<i>bovine tinere</i>	11
10.3	<i>ovine și caprine</i>	
10.4	<i>porcine</i>	
10.5	<i>cabaline</i>	
10.6	<i>păsări</i>	

Tabelul 2

F2 – Fișa cu informațiile necesare pentru estimarea bilanțului de metale la poarta fermei

1.	Proprietar fermă	ROTAR Mircea
2.	Adresa sediului fermei	Axente Sever, nr. 174
3.	Anul pentru care se estimează bilanțul	2010
Intrări în fermă (produse cumpărate sau procurate din exteriorul fermei)		
4.	Materiale vegetale utilizate ca hrană pentru animalele din fermă [cereale(orz, grâu, porumb, etc.), produse obținute din cereale (tărâțe, făină, etc.), furaje (lucernă, trifoi, porumb siloz, etc.), alte produse (borhoturi, melasă, etc.)]	tărâțe de grâu (Axente Sever) 120 kg tăiței de sfeclă (Luduș, fabrica de zahăr) 50000 kg paie de grâu (Axente Sever) 10000 kg paie de grâu (Agârbiciu) 3000 kg
5.	Materiale vegetale utilizate ca așternut pentru animalele din fermă [paie (orz, grâu, etc.), rumeguș, etc.]	paie de grâu (Agârbiciu) 5000 kg rumeguș (fag și stejar, Agârbiciu) 30000 kg
6.	Apa utilizată în fermă	în perioada de stabulație (foraj de adâncime, Axente Sever) 234500 L în perioada de pășunat (izvor de coastă captat pe pășune, Șoala) 244200 L
7.	Îngrășăminte minerale	azotat de amoniu (34,5% N, SC AZOMUREȘ SA) 1500 kg îngrășământ complex (K-22-22-0, SC AZOMUREȘ SA) 500 kg
8.	Îngrășăminte organice (gunoi de grajd, compost, nămol orășenesc, etc.)	—
9.	Amendamente	—
10.	Pesticide (ierbicide, fungicide, insecticide)	ierbucid Merlin Duo 8 L
11.	Semințe	porumb (Pioneer PR38 A24) 100 kg triticale 600 kg ovăz 150 kg orzoaică de primăvară 120 kg
12.	Animale	—
Ieșiri din fermă (produse vândute sau scoase din fermă)		
13.	Produse vegetale utilizate ca hrană pentru oameni sau animale [cereale (grâu, porumb, etc.), furaje (lucernă, trifoi, porumb siloz, etc.)]	—
14.	Materiale vegetale utilizate ca așternut pentru animale [paie (orz, grâu, etc.)]	—
15.	Îngrășăminte organice (gunoi de grajd)	gunoi de grajd (Axente Sever) 70000 kg [20 tone - primăria Copșa Mică,
16.	Animale	—
17.	Produse de origine animală (produse lactate, ouă, lână, etc.)	lapte (în perioada de stabulație) 14840 L lapte (în perioada de pășunat) 34595 L

**F3 – Fișa cu informațiile necesare pentru estimarea bilanțului de metale
la nivelul sectorului de creștere a animalelor din fermă**

1.	Proprietar fermă	ROTAR Mircea
2.	Adresa sediului fermei	Axente Sever, nr. 174
3.	Anul pentru care se estimează bilanțul	2010
Intrări în sectorul de creștere a animalelor din fermă		
4.	Materiale vegetale utilizate ca hrană pentru animalele din fermă [cereale(orz, grâu, porumb, etc.), produse obținute din cereale (tărâțe, făină, etc.), furaje (lucernă, trifoi, porumb siloz, etc.), alte produse (borhoturi, melasă, etc.)]	tărâțe de grâu (Axente Sever) 120 kg
		tăiței de sfeclă (Luduș) 50000 kg
		paie de grâu (Axente Sever) 10000 kg
		paie de grâu (Agârbiciu) 3000 kg
		știuleți de porumb (parcela Rb) 11680 kg
		coceni de porumb (parcela Rb) 1000 kg
		știuleți de porumb (parcela Rc) 8100 kg
		știuleți de porumb (parcela Rd) 7200 kg
		orzoaică de primăvară (fân uscat în brazdă și balotat, Rf) 1800 kg
		știuleți de porumb (parcela Rh) 4750 kg
		lucernă (fân uscat în brazdă și balotat, Ri) 38400 kg
		ovăz (fân uscat în brazdă și balotat, Rj) 2400 kg
		Graminee (fân uscat în brazdă și balotat, Rk) 9000 kg
5.	Materiale vegetale utilizate ca așternut pentru animalele din fermă [paie (orz, grâu, etc.), rumeguș, etc.]	paie de grâu (Agârbiciu) 5000 kg rumeguș (fag și stejar, Agârbiciu) 30000 kg
6.	Apa utilizată în fermă	în perioada de stabulație (foraj de adâncime, Axente Sever) 234500 L în perioada de pășunat (izvor de coastă captat pe pășune, Șoala) 244200 L
7.	Animale	—
Ieșiri din sectorul de creștere a animalelor din fermă		
8.	Produse de origine animală (produse lactate, ouă, lână, etc.)	lapte (în perioada de stabulație) 14840 L lapte (în perioada de pășunat) 34595 L
9.	Animale	—
10.	Îngrășăminte organice (gunoi de grajd)	gunoi de grajd (în perioada de stabulație) 50000 kg

Tabelul 4.1

F4 – Fișa cu informațiile necesare pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

1.	Proprietar fermă	ROTAR Mircea
2.	Anul pentru care se estimează bilanțul	2010
3.	Cod parcelă	Ra
4.	Localizare parcelă	Lunca Târnavei Mari
5.	Denumire locală a zonei de amplasare	Rombeș
6.	Suprafață parcelă (ha)	0,5
7.	Categorie de folosință	arabil
8.	Planta cultivată în anul estimării bilanțului	terenul nu a fost cultivat în 2010
Intrări la nivel de parcelă		
9.	Îngrășăminte minerale	—
10.	Îngrășăminte organice (gunoi de grajd, compost, nămol orășenesc, etc.)	—
11.	Amendamente	—
12.	Pesticide (ierbicide, fungicide, insecticide)	—
13.	Semințe	—
14.	Apa utilizată pentru irigație	—
15.	Apa provenită din precipitații	nu s-au putut obține datele privind cantitatea de apă provenită din precipitații și conținuturile de metale ale apei provenite din precipitații
16.	Depuneri din atmosferă	nu s-au putut obține datele privind cantitatea de pulberi provenite din atmosferă depusă pe sol și conținuturile de metale ale acestor pulberi
Ieșiri la nivel de parcelă		
17.	Producția principală obținută pe parcelă	—
18.	Producția secundară obținută pe parcelă	—
19.	Pierdere de sol prin eroziune de suprafață	nu s-au putut obține datele privind cantitatea de sol îndepărtată de la suprafața acestuia prin eroziune
20.	Pierdere de metal prin levigare	nu s-au putut obține datele privind cantitatea de metal îndepărtată cu apa de percolare din partea superioară a solului

Tabelul 4.2

F4 – Fișa cu informațiile necesare pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

1.	Proprietar fermă	ROTAR Mircea
2.	Anul pentru care se estimează bilanțul	2010
3.	Cod parcelă	Rb
4.	Localizare parcelă	Lunca Târnavei Mari
5.	Denumire locală a zonei de amplasare	Bacea
6.	Suprafață parcelă (ha)	1,46
7.	Categorie de folosință	arabil
8.	Planta cultivată în anul estimării bilanțului	porumb
Intrări la nivel de parcelă		
9.	Îngrășăminte minerale	azotat de amoniu (150 kg/ha) (34,5% N, SC AZOMUREȘ SA)
10.	Îngrășăminte organice (gunoi de grajd, compost, nămol orășenesc, etc.)	—
11.	Amendamente	—
12.	Pesticide (ierbicide, fungicide, insecticide)	ierbucid Merlin Duo (2L/ha)
13.	Semințe	porumb (20 kg/ha) hibridul PR38 A24 (Pioneer)
14.	Apa utilizată pentru irigație	—
15.	Apa provenită din precipitații	nu s-au putut obține datele privind cantitatea de apă provenită din precipitații și conținuturile de metale ale apei provenite din precipitații
16.	Depuneri din atmosferă	nu s-au putut obține datele privind cantitatea de pulberi provenite din atmosferă depusă pe sol și conținuturile de metale ale acestor pulberi
Ieșiri la nivel de parcelă		
17.	Producția principală obținută pe parcelă	știuleți de porumb (8000 kg/ha) umiditate 25% (estimată în momentul recoltării) toată producția principală este utilizată în sectorul zootehnic (8000 kg/ha x 1,46 ha = 11680 kg)
18.	Producția secundară obținută pe parcelă	coceni de porumb (6500 kg/ha) umiditate 25% (estimată în momentul recoltării) producția secundară utilizată în sectorul zootehnic 1000 kg coceni, restul cocenilor au rămas pe parcelă, unde au fost tocați și încorporați în sol
19.	Pierdere de sol prin eroziune de suprafață	nu s-au putut obține datele privind cantitatea de sol îndepărtată de la suprafața acestuia prin eroziune
20.	Pierdere de metal prin levigare	nu s-au putut obține datele privind cantitatea de metal îndepărtată cu apa de percolare din partea superioară a solului

Tabelul 4.3

F4 – Fișa cu informațiile necesare pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

1.	Proprietar fermă	ROTAR Mircea
2.	Anul pentru care se estimează bilanțul	2010
3.	Cod parcelă	Rc
4.	Localizare parcelă	Lunca Târnavei Mari
5.	Denumire locală a zonei de amplasare	Bacea
6.	Suprafață parcelă (ha)	0,9
7.	Categorie de folosință	arabil
8.	Planta cultivată în anul estimării bilanțului	porumb
Intrări la nivel de parcelă		
9.	Îngrășăminte minerale	azotat de amoniu (150 kg/ha) (34,5% N, SC AZOMUREȘ SA)
10.	Îngrășăminte organice (gunoi de grajd, compost, nămol orășenesc, etc.)	—
11.	Amendamente	—
12.	Pesticide (ierbicide, fungicide, insecticide)	ierbucid Merlin Duo (2L/ha)
13.	Semințe	porumb (20 kg/ha) hibridul PR38 A24 (Pioneer)
14.	Apa utilizată pentru irigație	—
15.	Apa provenită din precipitații	<i>nu s-au putut obține datele privind cantitatea de apă provenită din precipitații și conținuturile de metale ale apei provenite din precipitații</i>
16.	Depuneri din atmosferă	<i>nu s-au putut obține datele privind cantitatea de pulberi provenite din atmosferă depusă pe sol și conținuturile de metale ale acestor pulberi</i>
Ieșiri la nivel de parcelă		
17.	Producția principală obținută pe parcelă	știuleți de porumb (9000 kg/ha) umiditate 25% (estimată în momentul recoltării) toată producția principală este utilizată în sectorul zootehnic (9000 kg/ha x 0,9 ha = 8100 kg)
18.	Producția secundară obținută pe parcelă	coceni de porumb (7200 kg/ha) umiditate 25% (estimată în momentul recoltării) toți coceni (7200 kg/ha x 0,9 ha = 6480 kg) au rămas pe parcelă, unde au fost tocați și încorporați în sol
19.	Pierderea de sol prin eroziune de suprafață	<i>nu s-au putut obține datele privind cantitatea de sol îndepărtată de la suprafața acestuia prin eroziune</i>
20.	Pierderea de metal prin levigare	<i>nu s-au putut obține datele privind cantitatea de metal îndepărtată cu apa de percolare din partea superioară a solului</i>

Tabelul 4.4

F4 – Fișa cu informațiile necesare pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

1.	Proprietar fermă	ROTAR Mircea
2.	Anul pentru care se estimează bilanțul	2010
3.	Cod parcelă	Rd
4.	Localizare parcelă	Lunca Târnavei Mari
5.	Denumire locală a zonei de amplasare	Bălu
6.	Suprafață parcelă (ha)	0,8
7.	Categorie de folosință	arabil
8.	Planta cultivată în anul estimării bilanțului	porumb
Intrări la nivel de parcelă		
9.	Îngrășăminte minerale	azotat de amoniu (150 kg/ha) (34,5% N, SC AZOMUREȘ SA)
10.	Îngrășăminte organice (gunoi de grajd, compost, nămol orășenesc, etc.)	—
11.	Amendamente	—
12.	Pesticide (ierbicide, fungicide, insecticide)	ierbucid Merlin Duo (2L/ha)
13.	Semințe	porumb (20 kg/ha) hibridul PR38 A24 (Pioneer)
14.	Apa utilizată pentru irigație	—
15.	Apa provenită din precipitații	nu s-au putut obține datele privind cantitatea de apă provenită din precipitații și conținuturile de metale ale apei provenite din precipitații
16.	Depuneri din atmosferă	nu s-au putut obține datele privind cantitatea de pulberi provenite din atmosferă depusă pe sol și conținuturile de metale ale acestor pulberi
Ieșiri la nivel de parcelă		
17.	Producția principală obținută pe parcelă	știuleți de porumb (9000 kg/ha) umiditate 25% (estimată în momentul recoltării) toată producția principală este utilizată în sectorul zootehnic (9000 kg/ha x 0,8 ha = 7200 kg)
18.	Producția secundară obținută pe parcelă	coceni de porumb (7200 kg/ha) umiditate 25% (estimată în momentul recoltării) toți coceni (7200 kg/ha x 0,8 ha = 5760 kg) au rămas pe parcelă, unde au fost tocați și încorporați în sol
19.	Pierderea de sol prin eroziune de suprafață	nu s-au putut obține datele privind cantitatea de sol îndepărtată de la suprafața acestuia prin eroziune
20.	Pierderea de metal prin levigare	nu s-au putut obține datele privind cantitatea de metal îndepărtată cu apa de percolare din partea superioară a solului

Tabelul 4.5

F4 – Fișa cu informațiile necesare pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

1.	Proprietar fermă	ROTAR Mircea
2.	Anul pentru care se estimează bilanțul	2010
3.	Cod parcelă	Re
4.	Localizare parcelă	Lunca Târnavei Mari
5.	Denumire locală a zonei de amplasare	Bălu
6.	Suprafață parcelă (ha)	3,2
7.	Categorie de folosință	arabil
8.	Planta cultivată în anul estimării bilanțului	terenul nu a fost cultivat în 2010; s-au semănat, 2,4 ha
Intrări la nivel de parcelă		
9.	Îngrășăminte minerale	îngrășământ complex (200 kg/ha) (K-22-22-0, SC AZOMUREȘ SA)
10.	Îngrășăminte organice (gunoi de grajd, compost, nămol orășenesc, etc.)	—
11.	Amendamente	—
12.	Pesticide (ierbicide, fungicide, insecticide)	—
13.	Semințe	triticale (270 kg/ha, 550 plante/m ²) fermierul nu poate preciza soiul utilizat
14.	Apa utilizată pentru irigație	—
15.	Apa provenită din precipitații	nu s-au putut obține datele privind cantitatea de apă provenită din precipitații și conținuturile de metale ale apei provenite din precipitații
16.	Depuneri din atmosferă	nu s-au putut obține datele privind cantitatea de pulberi provenite din atmosferă depusă pe sol și conținuturile de metale ale acestor pulberi
Ieșiri la nivel de parcelă		
17.	Producția principală obținută pe parcelă	—
18.	Producția secundară obținută pe parcelă	—
19.	Pierdere de sol prin eroziune de suprafață	nu s-au putut obține datele privind cantitatea de sol îndepărtată de la suprafața acestuia prin eroziune
20.	Pierdere de metal prin levigare	nu s-au putut obține datele privind cantitatea de metal îndepărtată cu apa de percolare din partea superioară a solului

Tabelul 4.6

F4 – Fișa cu informațiile necesare pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

1.	Proprietar fermă	ROTAR Mircea
2.	Anul pentru care se estimează bilanțul	2010
3.	Cod parcelă	Rf
4.	Localizare parcelă	NE Axente Sever
5.	Denumire locală a zonei de amplasare	pe Gleci
6.	Suprafață parcelă (ha)	0,6
7.	Categorie de folosință	arabil
8.	Planta cultivată în anul estimării bilanțului	orzoaică de primăvară
Intrări la nivel de parcelă		
9.	Îngrășăminte minerale	azotat de amoniu (200 kg/ha) (34,5% N, SC AZOMUREȘ SA)
10.	Îngrășăminte organice (gunoi de grajd, compost, nămol orășenesc, etc.)	—
11.	Amendamente	—
12.	Pesticide (ierbicide, fungicide, insecticide)	—
13.	Semințe	orzoaică de primăvară (200 kg/ha) fermierul nu poate preciza soiul utilizat
14.	Apa utilizată pentru irigație	—
15.	Apa provenită din precipitații	nu s-au putut obține datele privind cantitatea de apă provenită din precipitații și conținuturile de metale ale apei provenite din precipitații
16.	Depuneri din atmosferă	nu s-au putut obține datele privind cantitatea de pulberi provenite din atmosferă depusă pe sol și conținuturile de metale ale acestor pulberi
Ieșiri la nivel de parcelă		
17.	Producția principală obținută pe parcelă	fân uscat în brazdă și balotat (3000 kg/ha) fermierul nu poate preciza umiditatea fânului toată producția principală a fost utilizată în sectorul zootehnic (3000 kg/ha x 0,6 ha = 1800 kg) nu s-au putut recolta probe de fân deoarece întreaga cantitate fusese utilizată ca hrană pentru animale
18.	Producția secundară obținută pe parcelă	—
19.	Pierderea de sol prin eroziune de suprafață	nu s-au putut obține datele privind cantitatea de sol îndepărtată de la suprafața acestuia prin eroziune
20.	Pierderea de metal prin levigare	nu s-au putut obține datele privind cantitatea de metal îndepărtată cu apa de percolare din partea superioară a solului

Tabelul 4.7

F4 – Fișa cu informațiile necesare pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

1.	Proprietar fermă	ROTAR Mircea
2.	Anul pentru care se estimează bilanțul	2010
3.	Cod parcelă	Rg
4.	Localizare parcelă	la NE de Axente Sever, la marginea localității
5.	Denumire locală a zonei de amplasare	la Dărăbani
6.	Suprafață parcelă (ha)	0,2
7.	Categorie de folosință	arabil
8.	Planta cultivată în anul estimării bilanțului	porumb
Intrări la nivel de parcelă		
9.	Îngrășăminte minerale	azotat de amoniu (200 kg/ha) (34,5% N, SC AZOMUREȘ SA)
10.	Îngrășăminte organice (gunoi de grajd, compost, nămol orășenesc, etc.)	gunoi de grajd (40 t/ha) (în toamna anului 2010, pentru cultura din 2011)
11.	Amendamente	—
12.	Pesticide (ierbicide, fungicide, insecticide)	—
13.	Semințe	porumb (25 kg/ha) hibrid local
14.	Apa utilizată pentru irigație	—
15.	Apa provenită din precipitații	nu s-au putut obține datele privind cantitatea de apă provenită din precipitații și conținuturile de metale ale apei provenite din precipitații
16.	Depuneri din atmosferă	nu s-au putut obține datele privind cantitatea de pulberi provenite din atmosferă depusă pe sol și conținuturile de metale ale acestor pulberi
Ieșiri la nivel de parcelă		
17.	Producția principală obținută pe parcelă	știuleți de porumb (8000 kg/ha) umiditate 25% (estimată în momentul recoltării) producția principală este utilizată în gospodăria individuală a tatălui (8000 kg/ha x 0,2 ha = 1600 kg)
18.	Producția secundară obținută pe parcelă	coceni de porumb (7000 kg/ha) umiditate 30% (estimată în momentul recoltării) toți coceni (7000 kg/ha x 0,2 ha = 1400 kg) sunt utilizați în gospodăria individuală a tatălui fermierului
19.	Pierderea de sol prin eroziune de suprafață	nu s-au putut obține datele privind cantitatea de sol îndepărtată de la suprafața acestuia prin eroziune
20.	Pierderea de metal prin levigare	nu s-au putut obține datele privind cantitatea de metal îndepărtată cu apa de percolare din partea superioară a solului

Tabelul 4.8

F4 – Fișa cu informațiile necesare pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

1.	Proprietar fermă	ROTAR Mircea
2.	Anul pentru care se estimează bilanțul	2010
3.	Cod parcelă	Rh
4.	Localizare parcelă	la Est de Axente Sever, în apropierea localității
5.	Denumire locală a zonei de amplasare	la cimitir
6.	Suprafață parcelă (ha)	0,6 (s-au cultivat doar 0,5 ha)
7.	Categorie de folosință	arabil
8.	Planta cultivată în anul estimării bilanțului	porumb
Intrări la nivel de parcelă		
9.	Îngrășăminte minerale	azotat de amoniu (200 kg/ha) (34,5% N, SC AZOMUREȘ SA)
10.	Îngrășăminte organice (gunoi de grajd, compost, nămol orășenesc, etc.)	—
11.	Amendamente	—
12.	Pesticide (ierbicide, fungicide, insecticide)	ierbucid Merlin Duo (2L/ha)
13.	Semințe	porumb (20 kg/ha) hibridul PR38 A24 (Pioneer)
14.	Apa utilizată pentru irigație	—
15.	Apa provenită din precipitații	nu s-au putut obține datele privind cantitatea de apă provenită din precipitații și conținuturile de metale ale apei provenite din precipitații
16.	Depuneri din atmosferă	nu s-au putut obține datele privind cantitatea de pulberi provenite din atmosferă depusă pe sol și conținuturile de metale ale acestor pulberi
Ieșiri la nivel de parcelă		
17.	Producția principală obținută pe parcelă	știuleți de porumb (9500 kg/ha) umiditate 20% (estimată în momentul recoltării) toată producția principală este utilizată în sectorul zootehnic (9500 kg/ha x 0,5 ha = 4750 kg)
18.	Producția secundară obținută pe parcelă	coceni de porumb (7600 kg/ha) umiditate 20% (estimată în momentul recoltării) toți coceni (7600 kg/ha x 0,5 ha = 3800 kg) au rămas pe parcelă, unde au fost tocați și încorporați în sol
19.	Pierderea de sol prin eroziune de suprafață	nu s-au putut obține datele privind cantitatea de sol îndepărtată de la suprafața acestuia prin eroziune
20.	Pierderea de metal prin levigare	nu s-au putut obține datele privind cantitatea de metal îndepărtată cu apa de percolare din partea superioară a solului

Tabelul 4.9

F4 – Fișa cu informațiile necesare pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

1.	Proprietar fermă	ROTAR Mircea
2.	Anul pentru care se estimează bilanțul	2010
3.	Cod parcelă	Ri
4.	Localizare parcelă	pe Valea Vișei, la Vest de Axente Sever
5.	Denumire locală a zonei de amplasare	la elicopter
6.	Suprafață parcelă (ha)	4,8
7.	Categorie de folosință	arabil
8.	Planta cultivată în anul estimării bilanțului	cultură de lucernă semănată în urmă cu 5 ani
Intrări la nivel de parcelă		
9.	Îngrășăminte minerale	—
10.	Îngrășăminte organice (gunoi de grajd, compost, nămol orășenesc, etc.)	—
11.	Amendamente	—
12.	Pesticide (ierbicide, fungicide, insecticide)	—
13.	Semințe	—
14.	Apa utilizată pentru irigație	—
15.	Apa provenită din precipitații	nu s-au putut obține datele privind cantitatea de apă
16.	Depuneri din atmosferă	nu s-au putut obține datele privind cantitatea de pulberi
Ieșiri la nivel de parcelă		
17.	Producția principală obținută pe parcelă	fân uscat în brazdă și balotat (8000 kg/ha) fermierul nu poate preciza umiditatea fânului; umiditatea se va estima pe probele de fân recoltate din baloții aflați în zona pentru depozitarea furajelor toată producția principală a fost utilizată în sectorul
18.	Producția secundară obținută pe parcelă	—
19.	Pierderea de sol prin eroziune de suprafață	nu s-au putut obține datele privind
20.	Pierderea de metal prin levigare	nu s-au putut obține datele privind

F4 – Fișa cu informațiile necesare pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

1.	Proprietar fermă	ROTAR Mircea
2.	Anul pentru care se estimează bilanțul	2010
3.	Cod parcelă	Rj
4.	Localizare parcelă	pe Valea Vișei, la Vest de Axente Sever
5.	Denumire locală a zonei de amplasare	pe Vișa
6.	Suprafață parcelă (ha)	0,8
7.	Categorie de folosință	arabil
8.	Planta cultivată în anul estimării bilanțului	ovăz
Intrări la nivel de parcelă		
9.	Îngrășăminte minerale	—
10.	Îngrășăminte organice (gunoi de grajd, compost, nămol orășenesc, etc.)	—
11.	Amendamente	—
12.	Pesticide (ierbicide, fungicide, insecticide)	—
13.	Semințe	ovăz (180 kg/ha) fermierul nu poate preciza soiul utilizat
14.	Apa utilizată pentru irigație	—
15.	Apa provenită din precipitații	nu s-au putut obține datele privind cantitatea de apă
16.	Depuneri din atmosferă	nu s-au putut obține datele privind cantitatea de pulberi
Ieșiri la nivel de parcelă		
17.	Producția principală obținută pe parcelă	fân uscat în brazdă și balotat (3000 kg/ha) fermierul nu poate preciza umiditatea fânului; umiditatea se va estima pe probele de fân recoltate din baloții aflați în zona pentru depozitarea furajelor toată producția principală a fost utilizată în sectorul
18.	Producția secundară obținută pe parcelă	—
19.	Pierderea de sol prin eroziune de suprafață	nu s-au putut obține datele privind
20.	Pierderea de metal prin levigare	nu s-au putut obține datele privind

F4 – Fișa cu informațiile necesare pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

1.	Proprietar fermă	ROTAR Mircea
2.	Anul pentru care se estimează bilanțul	2010
3.	Cod parcelă	Rk
4.	Localizare parcelă	pe Valea Vișei, la Vest de Axente Sever
5.	Denumire locală a zonei de amplasare	pe Vișa
6.	Suprafață parcelă (ha)	3
7.	Categorie de folosință	fânețe
8.	Planta cultivată în anul estimării bilanțului	—
Intrări la nivel de parcelă		
9.	Îngrășăminte minerale	—
10.	Îngrășăminte organice (gunoi de grajd, compost, nămol orășenesc, etc.)	—
11.	Amendamente	—
12.	Pesticide (ierbicide, fungicide, insecticide)	—
13.	Semințe	—
14.	Apa utilizată pentru irigație	—
15.	Apa provenită din precipitații	nu s-au putut obține datele privind cantitatea de apă
16.	Depuneri din atmosferă	nu s-au putut obține datele privind cantitatea de pulberi
Ieșiri la nivel de parcelă		
17.	Producția principală obținută pe parcelă	fân uscat în brazdă și balotat (3000 kg/ha) fermierul nu poate preciza umiditatea fânului; umiditatea se va estima pe probele de fân recoltate din baloții aflați în zona pentru depozitarea furajelor toată producția principală a fost utilizată în sectorul
18.	Producția secundară obținută pe parcelă	—
19.	Pierdere de sol prin eroziune de suprafață	nu s-au putut obține datele privind
20.	Pierdere de metal prin levigare	nu s-au putut obține datele privind

Tabelul 5.1

F5 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la poarta fermei

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Cupru (Cu)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate produs ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg s.u., kg sau L)	Conținut de metal al produsului ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări în fermă (produse cumpărate sau procurate din exteriorul fermei)						489,00
2.	Materiale vegetale utilizate ca hrană pentru animalele din fermă						172,90
	tărâțe de grâu (Axente Sever)	kg	120	10	108	9,6	1,04
	tăieței de sfeclă (Luduș, fabrica de zahăr)	kg	50000	74	13000	8,5	110,50
	paie de grâu (Axente Sever)	kg	10000	10	9000	5,6	50,40
	paie de grâu (Agârbiciu)	kg	3000	13	2610	4,2	10,96
3.	Materiale vegetale utilizate ca așternut pentru animalele din fermă						300,15
	paie de grâu (Agârbiciu)	kg	5000	13	4350	4,2	18,27
	rumeguș (fag și stejar, Agârbiciu)	kg	30000	13	26100	10,8	281,88
4.	Apa utilizată în fermă						3,86
	apa utilizată în perioada de stabulație	L	234500		234500	0,007	1,69
	apa utilizată în perioada de pășunat	L	244200		244200	0,009	2,17
5.	Îngrășăminte minerale						7,75
	îngrășământ complex (K-22-22-0)	kg	500		500	15,5	7,75
	azotat de amoniu (34,5% N)	kg	1500		1500		
6.	Îngrășăminte organice						0,00
		kg	0		0		
7.	Amendamente						0,00
		kg	0		0		
8.	Pesticide						0,00
	ierbucid MerlinDuo	L	8		8		
9.	Semințe						4,34
	porumb (Pioneer PR38 A24)	kg	100	8	92	3,2	0,29
	triticale	kg	600	9	546	6,4	3,49
	ovăz	kg	150	11	134	4,2	0,56
	orzoaică de primăvară	kg	120		120		
10.	Animale						0,00
		kg	0		0		

Tabelul 5.1 (continuare)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate produs ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg s.u., kg sau L)	Conținut de metal al produsului ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g)
0	1	2	3	4	5	6	7
11.	leșiri din fermă (produse vândute sau scoase din fermă)						1821,76
12.	Produse vegetale utilizate ca hrană	kg	0		0		0,00
13.	Materiale vegetale utilizate ca așternut	kg	0		0		0,00
14.	Îngrășăminte organice						1817,90
	gunoi de grajd (Axente Sever)	kg	70000	47	37100	49	1817,90
15.	Animale	kg	0		0		0,00
16.	Produse de origine animală						3,86
	lapte obținut în perioada de stabulație	L	14840		14840	0,055	0,82
	lapte obținut în perioada de pășunat	L	34595		34595	0,088	3,04
17.	Bilanț de metal la poarta fermei (= Intrări în fermă – leșiri din fermă)						-1332,76

(a) Valorile se preiau din fișa F2

(b) (d) Valori medii (minim 3 probe) calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator

(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabelul 5.2

F5 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la poarta fermei

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Zinc (Zn)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate produs ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg s.u., kg sau L)	Conținut de metal al produsului ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări în fermă (produse cumpărate sau procurate din exteriorul fermei)						7718,60
2.	Materiale vegetale utilizate ca hrană pentru animalele din fermă						1439,12
	tărâțe de grâu (Axente Sever)	kg	120	10	108	128	13,82
	tăieței de sfeclă (Luduș, fabrica de zahăr)	kg	50000	74	13000	33	429,00
	paie de grâu (Axente Sever)	kg	10000	10	9000	102	918,00
	paie de grâu (Agârbiciu)	kg	3000	13	2610	30	78,30
3.	Materiale vegetale utilizate ca așternut pentru animalele din fermă						2923,20
	paie de grâu (Agârbiciu)	kg	5000	13	4350	30	130,50
	rumeguș (fag și stejar, Agârbiciu)	kg	30000	13	26100	107	2792,70
4.	Apa utilizată în fermă						3219,16
	apa utilizată în perioada de stabulație	L	234500		234500	0,19	44,56
	apa utilizată în perioada de pășunat	L	244200		244200	13	3174,60
5.	Îngrășăminte minerale						104,00
	îngrășământ complex (K-22-22-0)	kg	500		500	208	104,00
	azotat de amoniu (34,5% N)	kg	1500		1500		
6.	Îngrășăminte organice						0,00
		kg	0		0		
7.	Amendamente						0,00
		kg	0		0		
8.	Pesticide						0,00
	ierbucid MerlinDuo	L	8		8		
9.	Semințe						33,12
	porumb (Pioneer PR38 A24)	kg	100	8	92	33	3,04
	triticale	kg	600	9	546	46	25,12
	ovăz	kg	150	11	134	37	4,96
	orzoaică de primăvară	kg	120		120		
10.	Animale						0,00
		kg	0		0		

Tabelul 5.2 (continuare)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate produs ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg s.u., kg sau L)	Conținut de metal al produsului ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g)
0	1	2	3	4	5	6	7
11.	leșiri din fermă (produse vândute sau scoase din fermă)						20710,82
12.	Produse vegetale utilizate ca hrană	kg	0		0		0,00
13.	Materiale vegetale utilizate ca așternut	kg	0		0		0,00
14.	Îngrășăminte organice						20516,30
	gunoi de grajd (Axente Sever)	kg	70000	47	37100	553	20516,30
15.	Animale	kg	0		0		0,00
16.	Produse de origine animală						194,52
	lapte obținut în perioada de stabulație	L	14840		14840	3,34	49,57
	lapte obținut în perioada de pășunat	L	34595		34595	4,19	144,95
17.	Bilanț de metal la poarta fermei (= Intrări în fermă – leșiri din fermă)						-12992,22

(a) Valorile se preiau din fișa F2

(b) (d) Valori medii (minim 3 probe) calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator

(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabelul 5.3

F5 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la poarta fermei

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Cadmiu (Cd)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate produs ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg s.u., kg sau L)	Conținut de metal al produsului ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări în fermă (produse cumpărate sau procurate din exteriorul fermei)						67,39
2.	Materiale vegetale utilizate ca hrană pentru animalele din fermă						17,19
	tărâțe de grâu (Axente Sever)	kg	120	10	108	1,20	0,13
	tăieței de sfeclă (Luduș, fabrica de zahăr)	kg	50000	74	13000	1,00	13,00
	paie de grâu (Axente Sever)	kg	10000	10	9000	0,37	3,33
	paie de grâu (Agârbiciu)	kg	3000	13	2610	0,28	0,73
3.	Materiale vegetale utilizate ca așternut pentru animalele din fermă						45,59
	paie de grâu (Agârbiciu)	kg	5000	13	4350	0,28	1,22
	rumeguș (fag și stejar, Agârbiciu)	kg	30000	13	26100	1,70	44,37
4.	Apa utilizată în fermă						0,14
	apa utilizată în perioada de stabulație	L	234500		234500	0,0003	0,07
	apa utilizată în perioada de pășunat	L	244200		244200	0,0003	0,07
5.	Îngrășăminte minerale						3,92
	îngrășământ complex (K-22-22-0)	kg	500		500	7,83	3,92
	azotat de amoniu (34,5% N)	kg	1500		1500		
6.	Îngrășăminte organice						0,00
		kg	0		0		
7.	Amendamente						0,00
		kg	0		0		
8.	Pesticide						0,00
	ierbucid MerlinDuo	L	8		8		
9.	Semințe						0,55
	porumb (Pioneer PR38 A24)	kg	100	8	92	0,31	0,03
	triticale	kg	600	9	546	0,91	0,50
	ovăz	kg	150	11	134	0,14	0,02
	orzoaică de primăvară	kg	120		120		
10.	Animale						0,00
		kg	0		0		

Tabelul 5.3 (continuare)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate produs ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg s.u., kg sau L)	Conținut de metal al produsului ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g)
0	1	2	3	4	5	6	7
11.	leșiri din fermă (produse vândute sau scoase din fermă)						130,78
12.	Produse vegetale utilizate ca hrană	kg	0		0		0,00
13.	Materiale vegetale utilizate ca așternut	kg	0		0		0,00
14.	Îngrășăminte organice						130,22
	gunoi de grajd (Axente Sever)	kg	70000	47	37100	3,51	130,22
15.	Animale	kg	0		0		0,00
16.	Produse de origine animală						0,56
	lapte obținut în perioada de stabulație	L	14840		14840	0,014	0,21
	lapte obținut în perioada de pășunat	L	34595		34595	0,010	0,35
17.	Bilanț de metal la poarta fermei (= Intrări în fermă – leșiri din fermă)						-63,39

(a) Valorile se preiau din fișa F2

(b) (d) Valori medii (minim 3 probe) calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator

(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabelul 5.4

F5 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la poarta fermei

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Plumb (Pb)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate produs ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg s.u., kg sau L)	Conținut de metal al produsului ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări în fermă (produse cumpărate sau procurate din exteriorul fermei)						649,27
2.	Materiale vegetale utilizate ca hrană pentru animalele din fermă						148,62
	tărâțe de grâu (Axente Sever)	kg	120	10	108	1,9	0,21
	tăieței de sfeclă (Luduș, fabrica de zahăr)	kg	50000	74	13000	3,9	50,70
	paie de grâu (Axente Sever)	kg	10000	10	9000	9,9	89,10
	paie de grâu (Agârbiciu)	kg	3000	13	2610	3,3	8,61
3.	Materiale vegetale utilizate ca așternut pentru animalele din fermă						494,60
	paie de grâu (Agârbiciu)	kg	5000	13	4350	3,3	14,36
	rumeguș (fag și stejar, Agârbiciu)	kg	30000	13	26100	18,4	480,24
4.	Apa utilizată în fermă						2,15
	apa utilizată în perioada de stabulație	L	234500		234500	0,005	1,17
	apa utilizată în perioada de pășunat	L	244200		244200	0,004	0,98
5.	Îngrășăminte minerale						2,10
	îngrășământ complex (K-22-22-0)	kg	500		500	4,2	2,10
	azotat de amoniu (34,5% N)	kg	1500		1500		
6.	Îngrășăminte organice						0,00
		kg	0		0		
7.	Amendamente						0,00
		kg	0		0		
8.	Pesticide						0,00
	ierbucid MerlinDuo	L	8		8		
9.	Semințe						1,80
	porumb (Pioneer PR38 A24)	kg	100	8	92	2,0	0,18
	triticale	kg	600	9	546	2,8	1,53
	ovăz	kg	150	11	134	0,7	0,09
	orzoaică de primăvară	kg	120		120		
10.	Animale						0,00
		kg	0		0		

Tabelul 5.4 (continuare)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate produs ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg s.u., kg sau L)	Conținut de metal al produsului ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g)
0	1	2	3	4	5	6	7
11.	leșiri din fermă (produse vândute sau scoase din fermă)						2904,97
12.	Produse vegetale utilizate ca hrană	kg	0		0		0,00
13.	Materiale vegetale utilizate ca așternut	kg	0		0		0,00
14.	Îngrășăminte organice						2893,80
	gunoi de grajd (Axente Sever)	kg	70000	47	37100	78	2893,80
15.	Animale	kg	0		0		0,00
16.	Produse de origine animală						11,17
	lapte obținut în perioada de stabulație	L	14840		14840	0,17	2,52
	lapte obținut în perioada de pășunat	L	34595		34595	0,25	8,65
17.	Bilanț de metal la poarta fermei (= Intrări în fermă – leșiri din fermă)						-2255,70

(a) Valorile se preiau din fișa F2

(b) (d) Valori medii (minim 3 probe) calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator

(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabelul 6.1

F6 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivelul sectorului de creștere a animalelor din fermă

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Cupru (Cu)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg s.u., kg sau L)	Conținut de metal ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări în sectorul de creștere a animalelor din fermă						1124,81
2.	Materiale vegetale utilizate ca hrană pentru animalele din fermă						820,82
	tărâțe de grâu (Axente Sever)	kg	120	10	108	9,6	1,04
	tăiței de sfeclă (Luduș, fabrica de zahăr)	kg	50000	74	13000	8,5	110,50
	paie de grâu (Axente Sever)	kg	10000	10	9000	5,6	50,40
	paie de grâu (Agârbiciu)	kg	3000	13	2610	4,2	10,96
	știuleți de porumb (parcela Rb)	kg	11680	25	8760	3,5	30,66
	coceni de porumb (parcela Rb)	kg	1000	25	750	10	7,50
	știuleți de porumb (parcela Rc)	kg	8100	25	6075	4,0	24,30
	știuleți de porumb (parcela Rd)	kg	7200	25	5400	2,9	15,66
	orzoaică (fân uscat în brazdă și balotat, Rf)	kg	1800		1800		
	știuleți de porumb (parcela Rh)	kg	4750	20	3800	3,2	12,16
	lucernă (fân uscat în brazdă și balotat, Ri)	kg	38400	10	34560	14	483,84
	ovăz (fân uscat în brazdă și balotat, Rj)	kg	2400	10	2160	4,5	9,72
	Graminee (fân uscat în brazdă și balotat, Rk)	kg	9000	11	8010	8,0	64,08
3.	Materiale vegetale utilizate ca așternut pentru animalele din fermă						300,15
	paie de grâu (Agârbiciu)	kg	5000	13	4350	4,2	18,27
	rumeguș (fag și stejar, Agârbiciu)	kg	30000	13	26100	10,8	281,88
4.	Apa utilizată în fermă						3,84
	apa utilizată în perioada de stabulație	L	234500		234500	0,007	1,64
	apa utilizată în perioada de pășunat	L	244200		244200	0,009	2,20
5.	Animale	kg	0		0		0,00
6.	Ieșiri din sectorul de creștere a animalelor din fermă						1302,36
7.	Produse de origine animală						3,86
	lapte obținut în perioada de stabulație	L	14840		14840	0,055	0,82
	lapte obținut în perioada de pășunat	L	34595		34595	0,088	3,04
8.	Animale	kg	0		0		0,00
9.	Îngrășăminte organice (gunoi de grajd)	kg	50000	47	26500	49	1298,50
10.	Bilanț de metal la nivelul sectorului de creștere a animalelor din fermă (= Intrări în sector – Ieșiri din sector)						-177,55

^(a) Valorile se preiau din fișa F3^{(b) (d)} Valori medii (minim 3 probe) calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator^(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabelul 6.2

F6 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivelul sectorului de creștere a animalelor din fermă

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Zinc (Zn)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg s.u., kg sau L)	Conținut de metal ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări în sectorul de creștere a animalelor din fermă						12458,69
2.	Materiale vegetale utilizate ca hrană pentru animalele din fermă						6316,33
	tărâțe de grâu (Axente Sever)	kg	120	10	108	128	13,82
	tăiței de sfeclă (Luduș, fabrica de zahăr)	kg	50000	74	13000	33	429,00
	paie de grâu (Axente Sever)	kg	10000	10	9000	102	918,00
	paie de grâu (Agârbiciu)	kg	3000	13	2610	30	78,30
	știuleți de porumb (parcela Rb)	kg	11680	25	8760	35	306,60
	coceni de porumb (parcela Rb)	kg	1000	25	750	244	183,00
	știuleți de porumb (parcela Rc)	kg	8100	25	6075	33	200,48
	știuleți de porumb (parcela Rd)	kg	7200	25	5400	54	291,60
	orzoaică (fân uscat în brazdă și balotat, Rf)	kg	1800		1800		
	știuleți de porumb (parcela Rh)	kg	4750	20	3800	48	182,40
	lucernă (fân uscat în brazdă și balotat, Ri)	kg	38400	10	34560	56	1935,36
	ovăz (fân uscat în brazdă și balotat, Rj)	kg	2400	10	2160	48	103,68
	Graminee (fân uscat în brazdă și balotat, Rk)	kg	9000	11	8010	209	1674,09
3.	Materiale vegetale utilizate ca așternut pentru animalele din fermă						2923,20
	paie de grâu (Agârbiciu)	kg	5000	13	4350	30	130,50
	rumeguș (fag și stejar, Agârbiciu)	kg	30000	13	26100	107	2792,70
4.	Apa utilizată în fermă						3219,16
	apa utilizată în perioada de stabulație	L	234500		234500	0,19	44,56
	apa utilizată în perioada de pășunat	L	244200		244200	13	3174,60
5.	Animale	kg	0		0		0,00
6.	Ieșiri din sectorul de creștere a animalelor din fermă						14849,02
7.	Produse de origine animală						194,52
	lapte obținut în perioada de stabulație	L	14840		14840	3,34	49,57
	lapte obținut în perioada de pășunat	L	34595		34595	4,19	144,95
8.	Animale	kg	0		0		0,00
9.	Îngrășăminte organice (gunoi de grajd)	kg	50000	47	26500	553	14654,50
10.	Bilanț de metal la nivelul sectorului de creștere a animalelor din fermă (= Intrări în sector – Ieșiri din sector)						-2390,33

^(a) Valorile se preiau din fișa F3^{(b) (d)} Valori medii (minim 3 probe) calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator^(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabelul 6.3

F6 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivelul sectorului de creștere a animalelor din fermă

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Cadmiu (Cd)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg s.u., kg sau L)	Conținut de metal ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări în sectorul de creștere a animalelor din fermă						163,75
2.	Materiale vegetale utilizate ca hrană pentru animalele din fermă						118,02
	tărâțe de grâu (Axente Sever)	kg	120	10	108	1,2	0,13
	tăiței de sfeclă (Luduș, fabrica de zahăr)	kg	50000	74	13000	1,0	13,00
	paie de grâu (Axente Sever)	kg	10000	10	9000	0,37	3,33
	paie de grâu (Agârbiciu)	kg	3000	13	2610	0,28	0,73
	știuleți de porumb (parcela Rb)	kg	11680	25	8760	0,74	6,48
	coceni de porumb (parcela Rb)	kg	1000	25	750	5,4	4,05
	știuleți de porumb (parcela Rc)	kg	8100	25	6075	0,81	4,92
	știuleți de porumb (parcela Rd)	kg	7200	25	5400	0,50	2,70
	orzoaică (fân uscat în brazdă și balotat, Rf)	kg	1800		1800		
	știuleți de porumb (parcela Rh)	kg	4750	20	3800	0,21	0,80
	lucernă (fân uscat în brazdă și balotat, Ri)	kg	38400	10	34560	1,50	51,84
	ovăz (fân uscat în brazdă și balotat, Rj)	kg	2400	10	2160	1,30	2,81
	Graminee (fân uscat în brazdă și balotat, Rk)	kg	9000	11	8010	3,40	27,23
3.	Materiale vegetale utilizate ca așternut pentru animalele din fermă						45,59
	paie de grâu (Agârbiciu)	kg	5000	13	4350	0,28	1,22
	rumeguș (fag și stejar, Agârbiciu)	kg	30000	13	26100	1,70	44,37
4.	Apa utilizată în fermă						0,14
	apa utilizată în perioada de stabulație	L	234500		234500	0,0003	0,07
	apa utilizată în perioada de pășunat	L	244200		244200	0,0003	0,07
5.	Animale	kg	0		0		0,00
6.	Ieșiri din sectorul de creștere a animalelor din fermă						93,58
7.	Produse de origine animală						0,56
	lapte obținut în perioada de stabulație	L	14840		14840	0,014	0,21
	lapte obținut în perioada de pășunat	L	34595		34595	0,010	0,35
8.	Animale	kg	0		0		0,00
9.	Îngrășăminte organice (gunoi de grajd)	kg	50000	47	26500	3,51	93,02
10.	Bilanț de metal la nivelul sectorului de creștere a animalelor din fermă (= Intrări în sector – Ieșiri din sector)						70,17

^(a) Valorile se preiau din fișa F3^{(b) (d)} Valori medii (minim 3 probe) calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator^(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabelul 6.4

F6 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivelul sectorului de creștere a animalelor din fermă

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Plumb (Pb)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg s.u., kg sau L)	Conținut de metal ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări în sectorul de creștere a animalelor din fermă						1109,38
2.	Materiale vegetale utilizate ca hrană pentru animalele din fermă						612,63
	tărâțe de grâu (Axente Sever)	kg	120	10	108	1,9	0,21
	tăiței de sfeclă (Luduș, fabrica de zahăr)	kg	50000	74	13000	3,9	50,70
	paie de grâu (Axente Sever)	kg	10000	10	9000	9,9	89,10
	paie de grâu (Agârbiciu)	kg	3000	13	2610	3,3	8,61
	știuleți de porumb (parcela Rb)	kg	11680	25	8760	3,1	27,16
	coceni de porumb (parcela Rb)	kg	1000	25	750	50	37,50
	știuleți de porumb (parcela Rc)	kg	8100	25	6075	5,1	30,98
	știuleți de porumb (parcela Rd)	kg	7200	25	5400	1,9	10,26
	orzoaică (fân uscat în brazdă și balotat, Rf)	kg	1800		1800		
	știuleți de porumb (parcela Rh)	kg	4750	20	3800	1,5	5,70
	lucernă (fân uscat în brazdă și balotat, Ri)	kg	38400	10	34560	7,93	274,06
	ovăz (fân uscat în brazdă și balotat, Rj)	kg	2400	10	2160	2,9	6,26
	Graminee (fân uscat în brazdă și balotat, Rk)	kg	9000	11	8010	9,0	72,09
3.	Materiale vegetale utilizate ca așternut pentru animalele din fermă						494,60
	paie de grâu (Agârbiciu)	kg	5000	13	4350	3,3	14,36
	rumeguș (fag și stejar, Agârbiciu)	kg	30000	13	26100	18,4	480,24
4.	Apa utilizată în fermă						2,15
	apa utilizată în perioada de stabulație	L	234500		234500	0,005	1,17
	apa utilizată în perioada de pășunat	L	244200		244200	0,004	0,98
5.	Animale	kg	0		0		0,00
6.	Ieșiri din sectorul de creștere a animalelor din fermă						2078,17
7.	Produse de origine animală						11,17
	lapte obținut în perioada de stabulație	L	14840		14840	0,17	2,52
	lapte obținut în perioada de pășunat	L	34595		34595	0,25	8,65
8.	Animale	kg	0		0		0,00
9.	Îngrășăminte organice (gunoi de grajd)	kg	50000	47	26500	78	2067,00
10.	Bilanț de metal la nivelul sectorului de creștere a animalelor din fermă (= Intrări în sector – Ieșiri din sector)						-968,79

^(a) Valorile se preiau din fișa F3^{(b) (d)} Valori medii (minim 3 probe) calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator^(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabelul 7.1

F7 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Cupru (Cu)

Cod parcelă: Rb

Suprafață parcelă (ha): 1,46

Categorie de folosință (plantă cultivată): arabil (porumb)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg/ha sau L/ha)	Conținut de metal ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g/ha)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări la nivel de parcelă						0,06
2.	Îngrășăminte minerale						
	azotat de amoniu (34,5%N)	kg/ha	150				
3.	Îngrășăminte organice						0,00
4.	Amendamente						0,00
5.	Pesticide						
	ierbucid Merlin Duo	L/ha	2		2		
6.	Semințe						0,06
	porumb (Pioneer PR38A24)	kg/ha	20	8	18,4	3,2	0,06
7.	Apă utilizată pentru irigație						0,00
8.	Apă provenită din precipitații						
9.	Depuneri din atmosferă						
10.	Ieșiri la nivel de parcelă						26,14
11.	Producția principală ieșită din parcelă						21,00
	stiuleți de porumb	kg/ha	8000	25	6000	3,5	21,00
12.	Producția secundară ieșită din parcelă						5,14
	coceni de porumb	kg/ha	685	25	514	10	5,14
13.	Pierdere de sol prin eroziune de suprafață						
14.	Pierdere de metal prin levigare						
15.	Bilanț de metal la nivel de parcelă (= Intrări în parcelă – ieșiri din parcelă)						-26,08

^(a) Valorile se preiau din fișa F4^{(b) (d)} Valori medii calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator sau valori din F4 (pentru umiditatea producției)^(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabelul 7.2

F7 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Zinc (Zn)

Cod parcelă: Rb

Suprafață parcelă (ha): 1,46

Categorie de folosință (plantă cultivată): arabil (porumb)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg/ha sau L/ha)	Conținut de metal ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g/ha)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări la nivel de parcelă						0,61
2.	Îngrășăminte minerale						
	azotat de amoniu (34,5%N)	kg/ha	150				
3.	Îngrășăminte organice						0,00
4.	Amendamente						0,00
5.	Pesticide						
	ierbucid Merlin Duo	L/ha	2		2		
6.	Semințe						0,61
	porumb (Pioneer PR38A24)	kg/ha	20	8	18,4	33	0,61
7.	Apă utilizată pentru irigație						0,00
8.	Apă provenită din precipitații						
9.	Depuneri din atmosferă						
10.	Ieșiri la nivel de parcelă						335,36
11.	Producția principală ieșită din parcelă						210,00
	stiuleți de porumb	kg/ha	8000	25	6000	35	210,00
12.	Producția secundară ieșită din parcelă						125,36
	coceni de porumb	kg/ha	685	25	514	244	125,36
13.	Pierdere de sol prin eroziune de suprafață						
14.	Pierdere de metal prin levigare						
15.	Bilanț de metal la nivel de parcelă (= Intrări în parcelă – Ieșiri din parcelă)						-334,75

^(a) Valorile se preiau din fișa F4^{(b)(d)} Valori medii calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator sau valori din F4 (pentru umiditatea producției)^(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabelul 7.3

F7 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Cupru (Cu)

Cod parcelă: Rb

Suprafață parcelă (ha): 1,46

Categorie de folosință (plantă cultivată): arabil (porumb)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg/ha sau L/ha)	Conținut de metal ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g/ha)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări la nivel de parcelă						0,01
2.	Îngrășăminte minerale						
	azotat de amoniu (34,5%N)	kg/ha	150				
3.	Îngrășăminte organice						0,00
4.	Amendamente						0,00
5.	Pesticide						
	ierbucid Merlin Duo	L/ha	2		2		
6.	Semințe						0,01
	porumb (Pioneer PR38A24)	kg/ha	20	8	18,4	0,31	0,01
7.	Apă utilizată pentru irigație						0,00
8.	Apă provenită din precipitații						
9.	Depuneri din atmosferă						
10.	Ieșiri la nivel de parcelă						7,21
11.	Producția principală ieșită din parcelă						4,44
	stiuleți de porumb	kg/ha	8000	25	6000	0,74	4,44
12.	Producția secundară ieșită din parcelă						2,77
	coceni de porumb	kg/ha	685	25	514	5,40	2,77
13.	Pierdere de sol prin eroziune de suprafață						
14.	Pierdere de metal prin levigare						
15.	Bilanț de metal la nivel de parcelă (= Intrări în parcelă – Ieșiri din parcelă)						-7,20

^(a) Valorile se preiau din fișa F4^{(b) (d)} Valori medii calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator sau valori din F4 (pentru umiditatea producției)^(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabelul 7.4

F7 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Plumb (Pb)

Cod parcelă: Rb

Suprafață parcelă (ha): 1,46

Categorie de folosință (plantă cultivată): arabil (porumb)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg/ha sau L/ha)	Conținut de metal ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g/ha)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări la nivel de parcelă						0,04
2.	Îngrășăminte minerale						
	azotat de amoniu (34,5%N)	kg/ha	150				
3.	Îngrășăminte organice						0,00
4.	Amendamente						0,00
5.	Pesticide						
	ierbucid Merlin Duo	L/ha	2		2		
6.	Semințe						0,04
	porumb (Pioneer PR38A24)	kg/ha	20	8	18,4	2	0,04
7.	Apă utilizată pentru irigație						0,00
8.	Apă provenită din precipitații						
9.	Depuneri din atmosferă						
10.	Ieșiri la nivel de parcelă						44,29
11.	Producția principală ieșită din parcelă						18,60
	stiuleți de porumb	kg/ha	8000	25	6000	3,1	18,60
12.	Producția secundară ieșită din parcelă						25,69
	coceni de porumb	kg/ha	685	25	514	50	25,69
13.	Pierdere de sol prin eroziune de suprafață						
14.	Pierdere de metal prin levigare						
15.	Bilanț de metal la nivel de parcelă (= Intrări în parcelă – Ieșiri din parcelă)						-44,25

^(a) Valorile se preiau din fișa F4^{(b) (d)} Valori medii calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator sau valori din F4 (pentru umiditatea producției)^(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabelul 7.5

F7 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Cupru (Cu)

Cod parcelă: Rc

Suprafață parcelă (ha): 0,9

Categorie de folosință (plantă cultivată): arabil (porumb)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg/ha sau L/ha)	Conținut de metal ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g/ha)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări la nivel de parcelă						0,06
2.	Îngrășăminte minerale						
	azotat de amoniu (34,5%N)	kg/ha	150				
3.	Îngrășăminte organice						0,00
4.	Amendamente						0,00
5.	Pesticide						
	ierbucid Merlin Duo	L/ha	2		2		
6.	Semințe						0,06
	porumb (Pioneer PR38A24)	kg/ha	20	8	18,4	3,2	0,06
7.	Apă utilizată pentru irigație						0,00
8.	Apă provenită din precipitații						
9.	Depuneri din atmosferă						
10.	Ieșiri la nivel de parcelă						27,00
11.	Producția principală ieșită din parcelă						27,00
	stiuleți de porumb	kg/ha	9000	25	6750	4,0	27,00
12.	Producția secundară ieșită din parcelă						0,00
13.	Pierdere de sol prin eroziune de suprafață						
14.	Pierdere de metal prin levigare						
15.	Bilanț de metal la nivel de parcelă (= Intrări în parcelă – Ieșiri din parcelă)						-26,94

(a) Valorile se preiau din fișa F4

(b) (d) Valori medii calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator sau valori din F4 (pentru umiditatea producției)

(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabelul 7.6

F7 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Zinc (Zn)

Cod parcelă: Rc

Suprafață parcelă (ha): 0,9

Categorie de folosință (plantă cultivată): arabil (porumb)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg/ha sau L/ha)	Conținut de metal ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g/ha)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări la nivel de parcelă						0,61
2.	Îngrășăminte minerale						
	azotat de amoniu (34,5%N)	kg/ha	150				
3.	Îngrășăminte organice						0,00
4.	Amendamente						0,00
5.	Pesticide						
	ierbucid Merlin Duo	L/ha	2		2		
6.	Semințe						0,61
	porumb (Pioneer PR38A24)	kg/ha	20	8	18,4	33	0,61
7.	Apă utilizată pentru irigație						0,00
8.	Apă provenită din precipitații						
9.	Depuneri din atmosferă						
10.	Ieșiri la nivel de parcelă						222,75
11.	Producția principală ieșită din parcelă						222,75
	stiuleți de porumb	kg/ha	9000	25	6750	33	222,75
12.	Producția secundară ieșită din parcelă						0,00
13.	Pierdere de sol prin eroziune de suprafață						
14.	Pierdere de metal prin levigare						
15.	Bilanț de metal la nivel de parcelă (= Intrări în parcelă – ieșiri din parcelă)						-222,14

(a) Valorile se preiau din fișa F4

(b) (d) Valori medii calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator sau valori din F4 (pentru umiditatea producției)

(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabelul 7.7

F7 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Cadmiu (Cd)

Cod parcelă: Rc

Suprafață parcelă (ha): 0,9

Categorie de folosință (plantă cultivată): arabil (porumb)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg/ha sau L/ha)	Conținut de metal ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g/ha)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări la nivel de parcelă						0,01
2.	Îngrășăminte minerale						
	azotat de amoniu (34,5%N)	kg/ha	150				
3.	Îngrășăminte organice						0,00
4.	Amendamente						0,00
5.	Pesticide						
	ierbucid Merlin Duo	L/ha	2		2		
6.	Semințe						0,01
	porumb (Pioneer PR38A24)	kg/ha	20	8	18,4	0,31	0,01
7.	Apă utilizată pentru irigație						0,00
8.	Apă provenită din precipitații						
9.	Depuneri din atmosferă						
10.	Ieșiri la nivel de parcelă						5,47
11.	Producția principală ieșită din parcelă						5,47
	stiuleți de porumb	kg/ha	9000	25	6750	0,81	5,47
12.	Producția secundară ieșită din parcelă						0,00
13.	Pierdere de sol prin eroziune de suprafață						
14.	Pierdere de metal prin levigare						
15.	Bilanț de metal la nivel de parcelă (= Intrări în parcelă – Ieșiri din parcelă)						-5,46

^(a) Valorile se preiau din fișa F4^{(b) (d)} Valori medii calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator sau valori din F4 (pentru umiditatea producției)^(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabelul 7.8

F7 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Plumb (Pb)

Cod parcelă: Rc

Suprafață parcelă (ha): 0,9

Categorie de folosință (plantă cultivată): arabil (porumb)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg/ha sau L/ha)	Conținut de metal ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g/ha)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări la nivel de parcelă						0,04
2.	Îngrășăminte minerale						
	azotat de amoniu (34,5%N)	kg/ha	150				
3.	Îngrășăminte organice						0,00
4.	Amendamente						0,00
5.	Pesticide						
	ierbucid Merlin Duo	L/ha	2		2		
6.	Semințe						0,04
	porumb (Pioneer PR38A24)	kg/ha	20	8	18,4	2,0	0,04
7.	Apă utilizată pentru irigație						0,00
8.	Apă provenită din precipitații						
9.	Depuneri din atmosferă						
10.	Ieșiri la nivel de parcelă						34,43
11.	Producția principală ieșită din parcelă						34,43
	stiuleți de porumb	kg/ha	9000	25	6750	5,1	34,43
12.	Producția secundară ieșită din parcelă						0,00
13.	Pierdere de sol prin eroziune de suprafață						
14.	Pierdere de metal prin levigare						
15.	Bilanț de metal la nivel de parcelă (= Intrări în parcelă – Ieșiri din parcelă)						-34,39

^(a) Valorile se preiau din fișa F4^{(b) (d)} Valori medii calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator sau valori din F4 (pentru umiditatea producției)^(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabel 7.9

F7 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Cupru (Cu)

Cod parcelă: Rd

Suprafață parcelă (ha): 0,8

Categorie de folosință (plantă cultivată): arabil (porumb)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg/ha sau L/ha)	Conținut de metal ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g/ha)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări la nivel de parcelă						0,06
2.	Îngrășăminte minerale						
	azotat de amoniu (34,5%N)	kg/ha	150				
3.	Îngrășăminte organice						0,00
4.	Amendamente						0,00
5.	Pesticide						
	ierbucid Merlin Duo	L/ha	2		2		
6.	Semințe						0,06
	porumb (Pioneer PR38A24)	kg/ha	20	8	18,4	3,2	0,06
7.	Apă utilizată pentru irigație						0,00
8.	Apă provenită din precipitații						
9.	Depuneri din atmosferă						
10.	Ieșiri la nivel de parcelă						19,24
11.	Producția principală ieșită din parcelă						19,24
	stiuleți de porumb	kg/ha	9000	25	6750	2,9	19,24
12.	Producția secundară ieșită din parcelă						0,00
13.	Pierdere de sol prin eroziune de suprafață						
14.	Pierdere de metal prin levigare						
15.	Bilanț de metal la nivel de parcelă (= Intrări în parcelă – Ieșiri din parcelă)						-19,18

(a) Valorile se preiau din fișa F4

(b) (d) Valori medii calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator sau valori din F4 (pentru umiditatea producției)

(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabel 7.10

F7 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Zinc (Zn)

Cod parcelă: Rd

Suprafață parcelă (ha): 0,8

Categorie de folosință (plantă cultivată): arabil (porumb)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg/ha sau L/ha)	Conținut de metal ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g/ha)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări la nivel de parcelă						0,61
2.	Îngrășăminte minerale						
	azotat de amoniu (34,5%N)	kg/ha	150				
3.	Îngrășăminte organice						0,00
4.	Amendamente						0,00
5.	Pesticide						
	ierbucid Merlin Duo	L/ha	2		2		
6.	Semințe						0,61
	porumb (Pioneer PR38A24)	kg/ha	20	8	18,4	33	0,61
7.	Apă utilizată pentru irigație						0,00
8.	Apă provenită din precipitații						
9.	Depuneri din atmosferă						
10.	Ieșiri la nivel de parcelă						364,50
11.	Producția principală ieșită din parcelă						364,50
	stiuleți de porumb	kg/ha	9000	25	6750	54	364,50
12.	Producția secundară ieșită din parcelă						0,00
13.	Pierdere de sol prin eroziune de suprafață						
14.	Pierdere de metal prin levigare						
15.	Bilanț de metal la nivel de parcelă (= Intrări în parcelă – Ieșiri din parcelă)						-363,89

^(a) Valorile se preiau din fișa F4^{(b) (d)} Valori medii calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator sau valori din F4 (pentru umiditatea producției)^(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabel 7.11

F7 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Cadmiu (Cd)

Cod parcelă: Rd

Suprafață parcelă (ha): 0,8

Categorie de folosință (plantă cultivată): arabil (porumb)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg/ha sau L/ha)	Conținut de metal ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g/ha)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări la nivel de parcelă						0,01
2.	Îngrășăminte minerale						
	azotat de amoniu (34,5%N)	kg/ha	150				
3.	Îngrășăminte organice						0,00
4.	Amendamente						0,00
5.	Pesticide						
	ierbucid Merlin Duo	L/ha	2		2		
6.	Semințe						0,01
	porumb (Pioneer PR38A24)	kg/ha	20	8	18,4	0,31	0,01
7.	Apă utilizată pentru irigație						0,00
8.	Apă provenită din precipitații						
9.	Depuneri din atmosferă						
10.	Ieșiri la nivel de parcelă						3,38
11.	Producția principală ieșită din parcelă						3,38
	stiuleți de porumb	kg/ha	9000	25	6750	0,50	3,38
12.	Producția secundară ieșită din parcelă						0,00
13.	Pierdere de sol prin eroziune de suprafață						
14.	Pierdere de metal prin levigare						
15.	Bilanț de metal la nivel de parcelă (= Intrări în parcelă – Ieșiri din parcelă)						-3,37

(a) Valorile se preiau din fișa F4

(b) (d) Valori medii calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator sau valori din F4 (pentru umiditatea producției)

(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabel 7.12

F7 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Plumb (Pb)

Cod parcelă: Rd

Suprafață parcelă (ha): 0,8

Categorie de folosință (plantă cultivată): arabil (porumb)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg/ha sau L/ha)	Conținut de metal ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g/ha)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări la nivel de parcelă						0,04
2.	Îngrășăminte minerale						
	azotat de amoniu (34,5%N)	kg/ha	150				
3.	Îngrășăminte organice						0,00
4.	Amendamente						0,00
5.	Pesticide						
	ierbucid Merlin Duo	L/ha	2		2		
6.	Semințe						0,04
	porumb (Pioneer PR38A24)	kg/ha	20	8	18,4	2,0	0,04
7.	Apă utilizată pentru irigație						0,00
8.	Apă provenită din precipitații						
9.	Depuneri din atmosferă						
10.	Ieșiri la nivel de parcelă						12,83
11.	Producția principală ieșită din parcelă						12,83
	stiuleți de porumb	kg/ha	9000	25	6750	1,9	12,83
12.	Producția secundară ieșită din parcelă						0,00
13.	Pierdere de sol prin eroziune de suprafață						
14.	Pierdere de metal prin levigare						
15.	Bilanț de metal la nivel de parcelă (= Intrări în parcelă – Ieșiri din parcelă)						-12,79

^(a) Valorile se preiau din fișa F4^(b) ^(d) Valori medii calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator sau valori din F4 (pentru umiditatea producției)^(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabel 7.13

F7 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Cupru (Cu)

Cod parcelă: Rh

Suprafață parcelă (ha): 0,6

Categorie de folosință (plantă cultivată): arabil (porumb)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg/ha sau L/ha)	Conținut de metal ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g/ha)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări la nivel de parcelă						0,06
2.	Îngrășăminte minerale						
	azotat de amoniu (34,5%N)	kg/ha	200				
3.	Îngrășăminte organice						0,00
4.	Amendamente						0,00
5.	Pesticide						
	ierbucid Merlin Duo	L/ha	2		2		
6.	Semințe						0,06
	porumb (Pioneer PR38A24)	kg/ha	20	8	18,4	3,2	0,06
7.	Apă utilizată pentru irigație						0,00
8.	Apă provenită din precipitații						
9.	Depuneri din atmosferă						
10.	Ieșiri la nivel de parcelă						24,32
11.	Producția principală ieșită din parcelă						24,32
	stiuleți de porumb	kg/ha	9500	20	7600	3,2	24,32
12.	Producția secundară ieșită din parcelă						0,00
13.	Pierdere de sol prin eroziune de suprafață						
14.	Pierdere de metal prin levigare						
15.	Bilanț de metal la nivel de parcelă (= Intrări în parcelă – Ieșiri din parcelă)						-24,26

^(a) Valorile se preiau din fișa F4^{(b) (d)} Valori medii calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator sau valori din F4 (pentru umiditatea producției)^(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabel 7.14

F7 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Zinc (Zn)

Cod parcelă: Rh

Suprafață parcelă (ha): 0,6

Categorie de folosință (plantă cultivată): arabil (porumb)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg/ha sau L/ha)	Conținut de metal ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g/ha)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări la nivel de parcelă						0,61
2.	Îngrășăminte minerale						
	azotat de amoniu (34,5%N)	kg/ha	200				
3.	Îngrășăminte organice						0,00
4.	Amendamente						0,00
5.	Pesticide						
	ierbucid Merlin Duo	L/ha	2		2		
6.	Semințe						0,61
	porumb (Pioneer PR38A24)	kg/ha	20	8	18,4	33	0,61
7.	Apă utilizată pentru irigație						0,00
8.	Apă provenită din precipitații						
9.	Depuneri din atmosferă						
10.	Ieșiri la nivel de parcelă						364,80
11.	Producția principală ieșită din parcelă						364,80
	stiuleți de porumb	kg/ha	9500	20	7600	48	364,80
12.	Producția secundară ieșită din parcelă						0,00
13.	Pierdere de sol prin eroziune de suprafață						
14.	Pierdere de metal prin levigare						
15.	Bilanț de metal la nivel de parcelă (= Intrări în parcelă – Ieșiri din parcelă)						-364,19

^(a) Valorile se preiau din fișa F4^{(b) (d)} Valori medii calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator sau valori din F4 (pentru umiditatea producției)^(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabel 7.15

F7 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Cadmiu (Cd)

Cod parcelă: Rh

Suprafață parcelă (ha): 0,6

Categorie de folosință (plantă cultivată): arabil (porumb)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg/ha sau L/ha)	Conținut de metal ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g/ha)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări la nivel de parcelă						0,01
2.	Îngrășăminte minerale						
	azotat de amoniu (34,5%N)	kg/ha	200				
3.	Îngrășăminte organice						0,00
4.	Amendamente						0,00
5.	Pesticide						
	ierbucid Merlin Duo	L/ha	2		2		
6.	Semințe						0,01
	porumb (Pioneer PR38A24)	kg/ha	20	8	18,4	0,31	0,01
7.	Apă utilizată pentru irigație						0,00
8.	Apă provenită din precipitații						
9.	Depuneri din atmosferă						
10.	Ieșiri la nivel de parcelă						1,60
11.	Producția principală ieșită din parcelă						1,60
	stiuleți de porumb	kg/ha	9500	20	7600	0,21	1,60
12.	Producția secundară ieșită din parcelă						0,00
13.	Pierdere de sol prin eroziune de suprafață						
14.	Pierdere de metal prin levigare						
15.	Bilanț de metal la nivel de parcelă (= Intrări în parcelă – Ieșiri din parcelă)						-1,59

^(a) Valorile se preiau din fișa F4^{(b) (d)} Valori medii calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator sau valori din F4 (pentru umiditatea producției)^(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabel 7.16

F7 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Plumb (Pb)

Cod parcelă: Rh

Suprafață parcelă (ha): 0,6

Categorie de folosință (plantă cultivată): arabil (porumb)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg/ha sau L/ha)	Conținut de metal ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g/ha)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări la nivel de parcelă						0,04
2.	Îngrășăminte minerale						
	azotat de amoniu (34,5%N)	kg/ha	200				
3.	Îngrășăminte organice						0,00
4.	Amendamente						0,00
5.	Pesticide						
	ierbucid Merlin Duo	L/ha	2		2		
6.	Semințe						0,04
	porumb (Pioneer PR38A24)	kg/ha	20	8	18,4	2,0	0,04
7.	Apă utilizată pentru irigație						0,00
8.	Apă provenită din precipitații						
9.	Depuneri din atmosferă						
10.	Ieșiri la nivel de parcelă						11,40
11.	Producția principală ieșită din parcelă						11,40
	stiuleți de porumb	kg/ha	9500	20	7600	1,5	11,40
12.	Producția secundară ieșită din parcelă						0,00
13.	Pierdere de sol prin eroziune de suprafață						
14.	Pierdere de metal prin levigare						
15.	Bilanț de metal la nivel de parcelă (= Intrări în parcelă – Ieșiri din parcelă)						-11,36

(a) Valorile se preiau din fișa F4

(b) (d) Valori medii calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator sau valori din F4 (pentru umiditatea producției)

(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabelul 7.17

F7 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Cupru (Cu)

Cod parcelă: Ri

Suprafață parcelă (ha): 4,8

Categorie de folosință (plantă cultivată): arabil (lucernă - anul 5)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg/ha sau L/ha)	Conținut de metal ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g/ha)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări la nivel de parcelă						0,00
2.	Îngrășăminte minerale	kg/ha	0				0,00
3.	Îngrășăminte organice	kg/ha	0				0,00
4.	Amendamente	kg/ha	0				0,00
5.	Pesticide	L/ha	0				0,00
6.	Semințe	kg/ha	0				0,00
7.	Apă utilizată pentru irigație	L/ha	0				0,00
8.	Apă provenită din precipitații	L/ha					
9.	Depuneri din atmosferă	kg/ha					
10.	Ieșiri la nivel de parcelă						100,80
11.	Producția principală ieșită din parcelă						100,80
	fân uscat în brazdă și balotat	kg/ha	8000	10	7200	14	100,80
12.	Producția secundară ieșită din parcelă						
13.	Pierdere de sol prin eroziune de suprafață	kg/ha					
14.	Pierdere de metal prin levigare	kg/ha					
15.	Bilanț de metal la nivel de parcelă (= Intrări în parcelă – Ieșiri din parcelă)						-100,80

^(a) Valorile se preiau din fișa F4^{(b)(d)} Valori medii calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator sau valori din F4 (pentru umiditatea producției)^(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabelul 7.18

F7 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Zinc (Zn)

Cod parcelă: Ri

Suprafață parcelă (ha): 4,8

Categorie de folosință (plantă cultivată): arabil (lucernă - anul 5)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg/ha sau L/ha)	Conținut de metal ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g/ha)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări la nivel de parcelă						0,00
2.	Îngrășăminte minerale	kg/ha	0				0,00
3.	Îngrășăminte organice	kg/ha	0				0,00
4.	Amendamente	kg/ha	0				0,00
5.	Pesticide	L/ha	0				0,00
6.	Semințe	kg/ha	0				0,00
7.	Apă utilizată pentru irigație	L/ha	0				0,00
8.	Apă provenită din precipitații	L/ha					
9.	Depuneri din atmosferă	kg/ha					
10.	Ieșiri la nivel de parcelă						403,20
11.	Producția principală ieșită din parcelă						403,20
	fân uscat în brazdă și balotat	kg/ha	8000	10	7200	56	403,20
12.	Producția secundară ieșită din parcelă						
13.	Pierdere de sol prin eroziune de suprafață	kg/ha					
14.	Pierdere de metal prin levigare	kg/ha					
15.	Bilanț de metal la nivel de parcelă (= Intrări în parcelă – Ieșiri din parcelă)						-403,20

^(a) Valorile se preiau din fișa F4^{(b)(d)} Valori medii calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator sau valori din F4 (pentru umiditatea producției)^(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabelul 7.19

F7 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Cadmiu (Cd)

Cod parcelă: Ri

Suprafață parcelă (ha): 4,8

Categorie de folosință (plantă cultivată): arabil (lucernă - anul 5)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg/ha sau L/ha)	Conținut de metal ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g/ha)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări la nivel de parcelă						0,00
2.	Îngrășăminte minerale	kg/ha	0				0,00
3.	Îngrășăminte organice	kg/ha	0				0,00
4.	Amendamente	kg/ha	0				0,00
5.	Pesticide	L/ha	0				0,00
6.	Semințe	kg/ha	0				0,00
7.	Apă utilizată pentru irigație	L/ha	0				0,00
8.	Apă provenită din precipitații	L/ha					
9.	Depuneri din atmosferă	kg/ha					
10.	Ieșiri la nivel de parcelă						10,80
11.	Producția principală ieșită din parcelă						10,80
	fân uscat în brazdă și balotat	kg/ha	8000	10	7200	1,5	10,80
12.	Producția secundară ieșită din parcelă						
13.	Pierdere de sol prin eroziune de suprafață	kg/ha					
14.	Pierdere de metal prin levigare	kg/ha					
15.	Bilanț de metal la nivel de parcelă (= Intrări în parcelă – Ieșiri din parcelă)						-10,80

^(a) Valorile se preiau din fișa F4^{(b)(d)} Valori medii calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator sau valori din F4 (pentru umiditatea producției)^(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabelul 7.20

F7 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Plumb (Pb)

Cod parcelă: Ri

Suprafață parcelă (ha): 4,8

Categorie de folosință (plantă cultivată): arabil (lucernă - anul 5)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg/ha sau L/ha)	Conținut de metal ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g/ha)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări la nivel de parcelă						0,00
2.	Îngrășăminte minerale	kg/ha	0				0,00
3.	Îngrășăminte organice	kg/ha	0				0,00
4.	Amendamente	kg/ha	0				0,00
5.	Pesticide	L/ha	0				0,00
6.	Semințe	kg/ha	0				0,00
7.	Apă utilizată pentru irigație	L/ha	0				0,00
8.	Apă provenită din precipitații	L/ha					
9.	Depuneri din atmosferă	kg/ha					
10.	Ieșiri la nivel de parcelă						57,10
11.	Producția principală ieșită din parcelă						57,10
	fân uscat în brazdă și balotat	kg/ha	8000	10	7200	7,93	57,10
12.	Producția secundară ieșită din parcelă						
13.	Pierdere de sol prin eroziune de suprafață	kg/ha					
14.	Pierdere de metal prin levigare	kg/ha					
15.	Bilanț de metal la nivel de parcelă (= Intrări în parcelă – Ieșiri din parcelă)						-57,10

^(a) Valorile se preiau din fișa F4^{(b)(d)} Valori medii calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator sau valori din F4 (pentru umiditatea producției)^(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabelul 7.21

F7 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Cupru (Cu)

Cod parcelă: Rj

Suprafață parcelă (ha): 0,8

Categorie de folosință (plantă cultivată): arabil (ovăz)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg/ha sau L/ha)	Conținut de metal ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g/ha)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări la nivel de parcelă						0,67
3.	Îngrășăminte minerale	kg/ha	0				0,00
3.	Îngrășăminte organice	kg/ha	0				0,00
4.	Amendamente	kg/ha	0				0,00
5.	Pesticide	L/ha	0				0,00
6.	Semințe						0,67
	ovăz	kg/ha	180	11	160	4,2	0,67
7.	Apă utilizată pentru irigație	L/ha	0				0,00
8.	Apă provenită din precipitații	L/ha					
9.	Depuneri din atmosferă	kg/ha					
10.	Ieșiri la nivel de parcelă						12,15
11.	Producția principală ieșită din parcelă						12,15
	fân uscat în brazdă și balotat	kg/ha	3000	10	2700	4,5	12,15
12.	Producția secundară ieșită din parcelă						
13.	Pierdere de sol prin eroziune de suprafață	kg/ha					
14.	Pierdere de metal prin levigare	kg/ha					
15.	Bilanț de metal la nivel de parcelă (= Intrări în parcelă – Ieșiri din parcelă)						-11,48

(a) Valorile se preiau din fișa F4

(b) (d) Valori medii calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator sau valori din F4 (pentru umiditatea producției)

(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabelul 7.22

F7 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Zinc (Zn)

Cod parcelă: Rj

Suprafață parcelă (ha): 0,8

Categorie de folosință (plantă cultivată): arabil (ovăz)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg/ha sau L/ha)	Conținut de metal ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g/ha)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări la nivel de parcelă						5,92
3.	Îngrășăminte minerale	kg/ha	0				0,00
3.	Îngrășăminte organice	kg/ha	0				0,00
4.	Amendamente	kg/ha	0				0,00
5.	Pesticide	L/ha	0				0,00
6.	Semințe						5,92
	ovăz	kg/ha	180	11	160	37	5,92
7.	Apă utilizată pentru irigație	L/ha	0				0,00
8.	Apă provenită din precipitații	L/ha					
9.	Depuneri din atmosferă	kg/ha					
10.	Ieșiri la nivel de parcelă						129,60
11.	Producția principală ieșită din parcelă						129,60
	fân uscat în brazdă și balotat	kg/ha	3000	10	2700	48	129,60
12.	Producția secundară ieșită din parcelă						
13.	Pierdere de sol prin eroziune de suprafață	kg/ha					
14.	Pierdere de metal prin levigare	kg/ha					
15.	Bilanț de metal la nivel de parcelă (= Intrări în parcelă – Ieșiri din parcelă)						-123,68

(a) Valorile se preiau din fișa F4

(b) (d) Valori medii calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator sau valori din F4 (pentru umiditatea producției)

(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabelul 7.23

F7 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Cadmiu (Cd)

Cod parcelă: Rj

Suprafață parcelă (ha): 0,8

Categorie de folosință (plantă cultivată): arabil (ovăz)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg/ha sau L/ha)	Conținut de metal ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g/ha)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări la nivel de parcelă						0,02
3.	Îngrășăminte minerale	kg/ha	0				0,00
3.	Îngrășăminte organice	kg/ha	0				0,00
4.	Amendamente	kg/ha	0				0,00
5.	Pesticide	L/ha	0				0,00
6.	Semințe						0,02
	ovăz	kg/ha	180	11	160	0,14	0,02
7.	Apă utilizată pentru irigație	L/ha	0				0,00
8.	Apă provenită din precipitații	L/ha					
9.	Depuneri din atmosferă	kg/ha					
10.	Ieșiri la nivel de parcelă						3,51
11.	Producția principală ieșită din parcelă						3,51
	fân uscat în brazdă și balotat	kg/ha	3000	10	2700	1,30	3,51
12.	Producția secundară ieșită din parcelă						
13.	Pierdere de sol prin eroziune de suprafață	kg/ha					
14.	Pierdere de metal prin levigare	kg/ha					
15.	Bilanț de metal la nivel de parcelă (= Intrări în parcelă – Ieșiri din parcelă)						-3,49

(a) Valorile se preiau din fișa F4

(b) (d) Valori medii calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator sau valori din F4 (pentru umiditatea producției)

(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabelul 7.24

F7 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Plumb (Pb)

Cod parcelă: Rj

Suprafață parcelă (ha): 0,8

Categorie de folosință (plantă cultivată): arabil (ovăz)

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg/ha sau L/ha)	Conținut de metal ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g/ha)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări la nivel de parcelă						0,11
3.	Îngrășăminte minerale	kg/ha	0				0,00
3.	Îngrășăminte organice	kg/ha	0				0,00
4.	Amendamente	kg/ha	0				0,00
5.	Pesticide	L/ha	0				0,00
6.	Semințe						0,11
	ovăz	kg/ha	180	11	160	0,7	0,11
7.	Apă utilizată pentru irigație	L/ha	0				0,00
8.	Apă provenită din precipitații	L/ha					
9.	Depuneri din atmosferă	kg/ha					
10.	Ieșiri la nivel de parcelă						7,83
11.	Producția principală ieșită din parcelă						7,83
	fân uscat în brazdă și balotat	kg/ha	3000	10	2700	2,9	7,83
12.	Producția secundară ieșită din parcelă						
13.	Pierdere de sol prin eroziune de suprafață	kg/ha					
14.	Pierdere de metal prin levigare	kg/ha					
15.	Bilanț de metal la nivel de parcelă (= Intrări în parcelă – Ieșiri din parcelă)						-7,72

(a) Valorile se preiau din fișa F4

(b) (d) Valori medii calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator sau valori din F4 (pentru umiditatea producției)

(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabelul 7.25

F7 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Cupru (Cu)

Cod parcelă: Rk

Suprafață parcelă (ha): 3

Categorie de folosință (plantă cultivată): fânețe

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg/ha sau L/ha)	Conținut de metal ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g/ha)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări la nivel de parcelă						0,00
2.	Îngrășăminte minerale	kg/ha	0				0,00
3.	Îngrășăminte organice	kg/ha	0				0,00
4.	Amendamente	kg/ha	0				0,00
5.	Pesticide	L/ha	0				0,00
6.	Semințe	kg/ha	0				0,00
7.	Apă utilizată pentru irigație	L/ha	0				0,00
8.	Apă provenită din precipitații	L/ha					
9.	Depuneri din atmosferă	kg/ha					
10.	Ieșiri la nivel de parcelă						21,36
11.	Producția principală ieșită din parcelă						21,36
	fân uscat în brazdă și balotat	kg/ha	3000	11	2670	8	21,36
12.	Producția secundară ieșită din parcelă						
13.	Pierdere de sol prin eroziune de suprafață	kg/ha					
14.	Pierdere de metal prin levigare	kg/ha					
15.	Bilanț de metal la nivel de parcelă (= Intrări în parcelă – ieșiri din parcelă)						-21,36

^(a) Valorile se preiau din fișa F4^{(b) (d)} Valori medii calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator sau valori din F4 (pentru umiditatea producției)^(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabelul 7.26

F7 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Zinc (Zn)

Cod parcelă: Rk

Suprafață parcelă (ha): 3

Categorie de folosință (plantă cultivată): fânețe

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg/ha sau L/ha)	Conținut de metal ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g/ha)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări la nivel de parcelă						0,00
2.	Îngrășăminte minerale	kg/ha	0				0,00
3.	Îngrășăminte organice	kg/ha	0				0,00
4.	Amendamente	kg/ha	0				0,00
5.	Pesticide	L/ha	0				0,00
6.	Semințe	kg/ha	0				0,00
7.	Apă utilizată pentru irigație	L/ha	0				0,00
8.	Apă provenită din precipitații	L/ha					
9.	Depuneri din atmosferă	kg/ha					
10.	Ieșiri la nivel de parcelă						558,03
11.	Producția principală ieșită din parcelă						558,03
	fân uscat în brazdă și balotat	kg/ha	3000	11	2670	209	558,03
12.	Producția secundară ieșită din parcelă						
13.	Pierdere de sol prin eroziune de suprafață	kg/ha					
14.	Pierdere de metal prin levigare	kg/ha					
15.	Bilanț de metal la nivel de parcelă (= Intrări în parcelă – Ieșiri din parcelă)						-558,03

^(a) Valorile se preiau din fișa F4^{(b) (d)} Valori medii calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator sau valori din F4 (pentru umiditatea producției)^(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabelul 7.27

F7 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Cadmiu (Cd)

Cod parcelă: Rk

Suprafață parcelă (ha): 3

Categorie de folosință (plantă cultivată): fânețe

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg/ha sau L/ha)	Conținut de metal ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g/ha)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări la nivel de parcelă						0,00
2.	Îngrășăminte minerale	kg/ha	0				0,00
3.	Îngrășăminte organice	kg/ha	0				0,00
4.	Amendamente	kg/ha	0				0,00
5.	Pesticide	L/ha	0				0,00
6.	Semințe	kg/ha	0				0,00
7.	Apă utilizată pentru irigație	L/ha	0				0,00
8.	Apă provenită din precipitații	L/ha					
9.	Depuneri din atmosferă	kg/ha					
10.	Ieșiri la nivel de parcelă						9,08
11.	Producția principală ieșită din parcelă						9,08
	fân uscat în brazdă și balotat	kg/ha	3000	11	2670	3,4	9,08
12.	Producția secundară ieșită din parcelă						
13.	Pierdere de sol prin eroziune de suprafață	kg/ha					
14.	Pierdere de metal prin levigare	kg/ha					
15.	Bilanț de metal la nivel de parcelă (= Intrări în parcelă – ieșiri din parcelă)						-9,08

^(a) Valorile se preiau din fișa F4^{(b) (d)} Valori medii calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator sau valori din F4 (pentru umiditatea producției)^(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Tabelul 7.28

F7 – Fișa de calcul pentru estimarea bilanțului de metale la nivel de parcelă

Proprietar fermă: ROTAR Mircea

An estimare bilanț: 2010

Denumire metal (simbol chimic): Plumb (Pb)

Cod parcelă: Rk

Suprafață parcelă (ha): 3

Categorie de folosință (plantă cultivată): fânețe

Nr. crt	Denumire categorie de intrări/ieșiri Denumire intrare/ieșire	Unitate de măsură	Cantitate intrată/ieșită ^(a)	Umiditate ^(b) (%)	Cantitate utilizată în calcul ^(c) (kg/ha sau L/ha)	Conținut de metal ^(d) (mg/kg sau mg/L)	Cantitatea de metal intrată/ieșită (g/ha)
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Intrări la nivel de parcelă						0,00
2.	Îngrășăminte minerale	kg/ha	0				0,00
3.	Îngrășăminte organice	kg/ha	0				0,00
4.	Amendamente	kg/ha	0				0,00
5.	Pesticide	L/ha	0				0,00
6.	Semințe	kg/ha	0				0,00
7.	Apă utilizată pentru irigație	L/ha	0				0,00
8.	Apă provenită din precipitații	L/ha					
9.	Depuneri din atmosferă	kg/ha					
10.	Ieșiri la nivel de parcelă						24,03
11.	Producția principală ieșită din parcelă						24,03
	fân uscat în brazdă și balotat	kg/ha	3000	11	2670	9	24,03
12.	Producția secundară ieșită din parcelă						
13.	Pierdere de sol prin eroziune de suprafață	kg/ha					
14.	Pierdere de metal prin levigare	kg/ha					
15.	Bilanț de metal la nivel de parcelă (= Intrări în parcelă – Ieșiri din parcelă)						-24,03

^(a) Valorile se preiau din fișa F4^{(b) (d)} Valori medii calculate pe baza rezultatelor obținute în laborator sau valori din F4 (pentru umiditatea producției)^(c) Se calculează, utilizând formula $\text{col.5} = \text{col.3} \times (1 - \text{col.4} / 100)$, numai pentru situațiile în care conținutul de metal se exprimă în mg/kg s.u. (s.u. - substanță uscată)

Modele de estimare a concentrației totale a unor metale, în unele plante de cultură și pășuni și în țesuturile animale, în vederea evidențierii contribuției sistemului plantă-animal la bilanțul acestor metale în zonele de risc analizate

An endogenous deterministic dynamic model for cadmium and zinc accumulation in plants

Sources and information to construct the plant model

Mechanistic plant uptake models have been constructed describing mostly lead or cadmium transport through the soil porous system and metals concentrations at root – soil interface. These models are oversimplifying the plant system contributions to cadmium uptake and not taking into account plant cadmium accumulation and partitioning between plant organs and cadmium speciation in plants.

Although a large number of studies are considering cadmium toxic levels, subtoxic accumulation was found to be the most common situation for field grown plants under normal agronomical practice. Heavy metals plant toxicity studies were found to be useful for the determination of the upper critical concentration of cadmium in plant tissues which would affect plant growth .

The main mechanism considered adequate for cadmium and zinc uptake by plants roots is described by the Michaelis –Menten equation while lead uptake is described by a diffusion like equation.

Mechanisms for foliar uptake of cadmium and lead are still under research and the mechanisms are not yet clear therefore the proposed model will take into account cadmium accumulation onto in the plant leaves . The heavy metals foliar deposition will also be compartmentalized into be wet depositions, dry depositions and sewage sludge deposition.

The model we propose is flexible and may be linked to growth models, grazing models or diet selection models.

This first version of the model has a one day time step. Although this time step is too short for linking the proposed model to regional scale models or risk assessment management models it is useful for testing it. All proposed parameters may be developed for a month time step but this will imply the development of specific sub-models for monthly uptake and accumulation parameters.

Data from the published papers were retrieved for Cadmium, Lead and Zinc. Cadmium and Zinc are acquired by roots from the soil solution primarily as ions , but also potentially complexed with organic ligands,

Cadmium and Zn influx to excised roots and then to intact plants, is usually characterized is often characterized by the sum of one or more Michaelis–Menten functions, each defined by a V_{max} and an affinity constant, K_m , plus a linear term, k

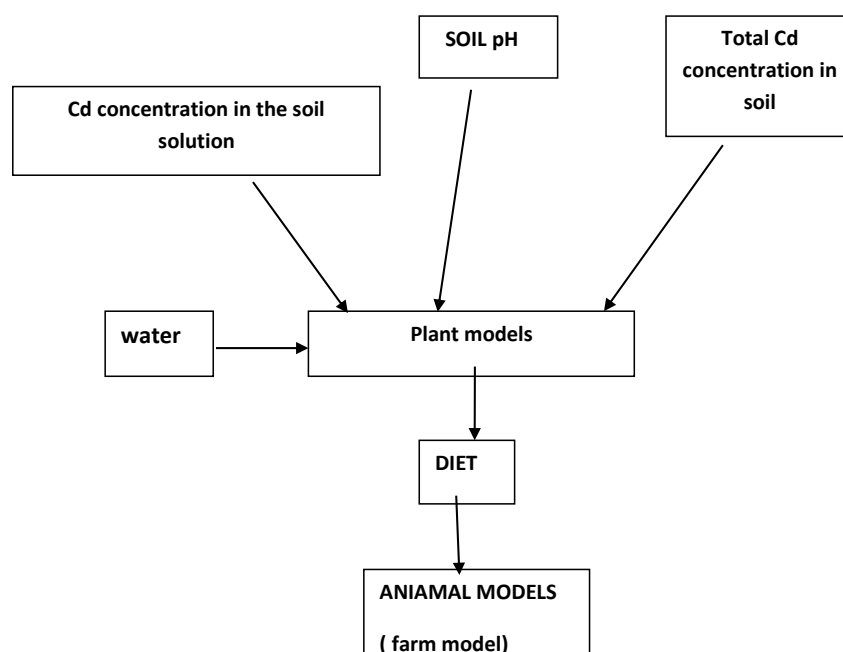
Some detailed kinetic studies reported for Zn a Michaelis–Menten function with a K_m of 1.5–50 μm (with V_{max} values of up to 5.74 $\mu\text{mol g}^{-1} \text{FW h}^{-1}$). Two studies have reported Michaelis–Menten for Zn functions for wheat plants with K_m values of 0.6–2.3 nM for Zn^{2+} uptake (Wheal & Rengel, 1997; Hacısalihoglu *et al.*, 2001). Over 24 studie on wheat Zn kinetics was reported that K_m and V_{max} do not differ greatly between Zn-efficient and Zn-inefficient wheat varieties, suggesting that the kinetics of Zn influx, do not play a significant role in Zn efficiency in wheat (Hart *et al.*, 1998, 2002; Hacısalihoglu *et al.*, 2001; Hacısalihoglu & Kochian, 2003). However differences in these parameters between Zn-efficient and Zn inefficient genotypes of rice and tomato have been reported by Bowen (1973, 1986, 1987). In general, Zn-deficient plants have higher V_{max} and comparable K_m values Model development.

For cadmium the Mikaelins –Menten parameters were considered to be different for maize inbred line characterized as Cd shoot excluders and Cd non shoot excluders.

All needed model parameters we retrieved from endogenous measurements made by the authors of this repost or from published papers on uptake, transport and accumulation mechanisms on maize , ryegrass and soybeans plants.

The general form of the overall plant model

The general form of the plant –animal model for cadmium accumulation



A simple Borland C++ program is illustrating this approach .

The Zn accumulation module and the Cd- Zn interaction module are under current construction.

Empirical (statistical) plant models that can be used in the plant - animal model

RYEGRASS MODELS

Several plant models are currently tested for their adequacy to be part of the plant - animal model:

1.For ryegrass:

$$Cd_{ryegrass} = -12.11(\pm 32.87) + 2.73(\pm 1.84) pH + 38.83(\pm 1.84) Cd_{solution} \\ (R^2 = 0.94)$$

(L Tudoreanu, 2000)

This equation will link with the soil solution concentration computed by the soil model.

There are two options for ryegrass models using soil total Cd concentration. First a ryegrass model using as independent variable soil total Cd concentration (Cd_{soil}), soil pH (pH_{soil}) and the interaction Cd_{soil} and soil pH with a zeroed intercept. The possibility of using the ryegrass model with zeroed intercept was tested too. If intercept is forced to zero then the usual R^2 and the statistics testing the contribution of the independent variable to the model are no more available (JMP standard least square method statistics is available only for non-zeroed intercept). Thus no tests or R^2 are available to evaluate the model. This model will be used only if it will generate more accurate results during the overall model verification.

$$Cd_{ryegrass} = 0 - 0.285 pH_{soil} - 10.954 Cd_{soil} - 1.621 pH_{soil} * Cd_{soil}$$

(L Tudoreanu, 2001)

The usefulness of the ryegrass model with zeroed intercept is tested in the endogenous C++ programme proposed (. Biological sensible values were obtained in first instance , but further corrections are still needed.

Another option could be to use the Ryegrass model having as independent variable total concentration of Cd in soil without zeroed intercept:

$$Cd_{ryegrass} = -81.58432(\pm 20.36) + 13.32(\pm 3.42) pH + 12.28(\pm 0.84) Cd_{soil} - \\ -1.83(\pm 0.13) pH * Cd_{soil}$$

(L Tudoreanu, 2000)

Several other coefficients for cadmium and lead portioning between roots and shoots for pasture plants from the copsa mica area that were derived throughout the present project (scientific report year 2010-METAGRO, contract nr 52175/2008) may also be included in a site specific submodel for Copsa Mica Area.

SOYBEAN SEEDS MODEL

To compute Cd concentration in soybean grains the following models may be used:

- a) an endogenous* model for soybean plants with a 0.1 transfer of Cd from the vegetative plant parts to mature seeds

* This model is currently under calibration. Its form is not definitive yet.

$$Cd_{\text{soy plant}} = 64.34 - 10.31pH_{\text{soil}} + 1.07 Cd_{\text{soil}}$$

(L. Tudoreanu, 2001)

b) Bell's, (1997) equation using soil EDTA extractable Cd :

$$Cd_{\text{seed}} = 1.22ExCd_{\text{soil}} + 0.1$$

MAIZE MODEL

Plants grown under heavy metal stress have increased levels of phytochelatins (non-protein thiols) with the general structure $\gamma\text{-Glu-Cys})_n\text{Gly}$ where 'n' varies between 2 and 11. (De Knecht (1994), Grill et al.(1987) and Schller et al.(1987) cited by Keltjens W.G., 1998)

Maize varieties/ inbred lines display different responses to Cd, showing particular patterns for accumulation of Cd in shoots and roots. Florijn,(1993) identified the structural and physiological characteristics related to the genotypic variation in Cd distribution between maize inbred plants: shoot Cd excluders and non-shoot Cd excluders

Florijn (1993a) showed that "**the total cadmium uptake for maize inbred lines was similar**, whereas the partitioning of Cadmium between roots and shoots was very different". Also he observed **no influence of Cadmium on root specific parameters** such as root length, specific root surface area, and average root diameter for both inbred lines.

Cadmium-binding complexes have been found in the cytoplasm fraction of maize roots and shoots for cadmium-treated plants, (Inouhe, 1994). In the roots of maize (Rouser, 1995) were found three families of peptides that formed the Cd-binding complexes: (gamma-glutamic acid-cysteine)(n)-glycine [(gamma-Glu- Cys)(n)-Gly], or phytochelatins, (gamma-Glu-Cys)(n), and (gamma-Glu-Cys)(n)-Glu. .

Considering these facts a general model for Cd and Pb accumulation in roots and shoots of maize is proposed. The model is governed by the mechanisms described by Rouser and Mehra (1995) .

Keltjens (1998) showed that shoot phytochelatins (PC-SH)for maize and wheat are well correlated with the degree of shoot growth reduction, showing a specific relationship for maize and wheat.

$$\text{Maize: } Y = -4.90x + 5.00 \quad (r = 0.61)$$

$$\text{Wheat: } Y = -22.71x + 5.48 \quad (r = 0.68)$$

$$Y = \text{Shoot PC-SH in } \mu\text{mol/g DM}$$

$$x = \text{shoot DM in g}$$

Also he observed that phytochelatin concentrations are **linearly related** to internal Cd level up to Cd levels of 100 μg of Cd /gDM for both maize and wheat. The results of this experiment also showed a lack of further increase in shoot PC-SH with increasing shoot Cd

concentration suggesting a maximum capacity of PC synthesis in plant tissues and a possible storage of Cd in non-metabolic cellular compartments. This maximum PC-SH concentration in maize shoots is 1.2-2.2 μmol of PC-SH /g DM and for maize roots 20-25 μmol of PC-SH /g DM. For wheat the maximum values are for shoots 1.8-2.2 μmol of PC-SH /g DM and for roots 25-30 μmol of PC-SH /g DM . These values were obtained for standard growth condition (no influence from Cu or another possible toxic metal). Another important fact is that these values were obtained for concentration of 6-10 μM Cd in the nutrient solution (which may be considered a model for the soil solution) . The usual Cd activity in the soil solution is less than 50nM, (McLaughlin et al, 1998), or Cd concentration less than 0.1 μmol /l.

These equations are used in the mechanistic model for computing the dry weight/plant related to phytochelatin concentration per dry weight in the presence of Cd and Cu in the soil solution. The use of these equations is restricted to the plant varieties/cultivars/hybrids / inbred lines for which they were computed. Florijn (1993a) showed that "**the total cadmium uptake for maize inbred lines was similar**, whereas the partitioning of Cadmium between roots and shoots was very different". Also he observed **no influence of Cadmium on root specific parameters** such as root length, specific root surface area, and average root diameter for both inbred lines.

The model presented by Brennan (1999) is based on the assumption that Lead precipitates in inorganic form at cell wall level in a Pb-Phosphate form. This assumption is based on data and experiments from 1972 and 1977. This approach to the accumulation of Cd in maize is in contradiction with the findings of Mehra (1995) reporting that lead is sequestered by phytochelatin too, such as gamma Glu-Cys)2Gly, (gamma Glu-Cys)3Gly and (gamma Glu-Cys)4Gly. The phytochelatin (gamma Glu-Cys)2Gly and (gamma Glu-Cys)3Gly both bind one metal ion per peptide molecule, while (gamma Glu-Cys)4Gly forms two distinct species by binding one and two lead ions per peptide molecule. Cd adsorbed to the roots is plant /plant variety dependant.

Model assumptions

A generic mechanistic model for cadmium accumulation in plants is based on the following assumption:

- ❑ Cd Concentration in soil solution does not exceed 0.1 μmol /l
- ❑ Cadmium accumulates in plant tissues in organic form.
- ❑ Upper critical limits for Cd concentration in Plant tissues are not reached for cd concentration in the soil solution less than 0.1 μmol /l

- Plant parameters describing cadmium influx kinetics in the roots are the Michaelis-Menten parameters: $I_{\max}$; K_m ; E . Influx rate(I_n) is known for maize plants
- Cadmium adsorption to roots is considered to be about 70 μg /100g root fresh weight for shoot Cd excluders of maize inbred lines and 5-25 μg /100 g root fresh weight for non shoot Cd excluders maize inbred lines the root desorbable Cd fraction from the total Cd concentration in the root is 13% - (15.7 $\pm$ 2.3) % for maize shoot Cd excluders and (8.7 $\pm$ 2.4.7)%- (10.3 $\pm$ 3.2)% for non-shoot Cd excludes
- Accumulation of cadmium at root level is due to sequestration by phytochelatins and adsorption.
- Average daily rates of phytochelatin concentration per unit of dry root mass is denoted by PHYd and will depend on soil solution concentration (Keltjeans,1998)
- Root ionic Cd is the dsorbed Cd and will be denoted by the term IrootCd
- Ionic Cd in Shoots IShootCd and IleafCd may be used for shoot and leaves respectively) . [At this stage of the model they will be considered '0'].
- Daily Cd accumulation in grains for the period of grain filing is not bigger then 0.1 from the daily shoot concentration.
- Each plant variety will be characterized by a specific quantity of cadmium sequestered per unit mass of phytochelatins, denoted by the term Seq
- It is assumed that the plants will not reach phytotoxic levels of cadmium accumulation that might affect growth rate values.
- Rates of aerial depositions should follow the equation proposed by Struck et al (1989) when applicable.
- When applicable, cadmium foliar accumulation in and onto the plant leaves from sewage sludge may follow the rationale presented Struck model
- Phytochelatins are present in the plant tissue even when plants are grown in the absence of Cadmium.
- Shoot / root ratio for maize plants are 4.0 to 4.5 for shoot Cd excluders and 5.2 to 5.5 for non-shoot Cd excluders

Model equations and description of the uptake sub-model

Root mass MR and shoot mass MS may be computed using the Simple exponential growth equation:

$$MR = MR_0 e^{rt}$$

MR₀= root mass at t=0

t= time in days

R = rate of growth depending on plant specie and variety

The application of this equation is for plants growing in a uniform environment in early stages of growth. During this period the shoot dry mass is proportional to the root dry mass (k= growth rate)

Root growth will be approximated by :

$$RM = RM_0 \int \exp (k z) dz$$

Assumptions:

- root horizontal homogeneity (in soil)
- roots explore the soil similar to a diffusion like process

For late stages of growth appropriate equations will be used

Influx of Cd into the roots (I_n) is a function of Cd concentration in the soil solution and plant age. Unfortunately only punctual values for I_n could be found in the literature thus the following assumption will be made:

Plants of 0 days to 15 days old I_n has a constant value I_{n1}

For plant of 15 day old to harvest time I_n has the constant value I_{n2}

The daily superficial area (SA)of the root is

$$SA_i = MR_i / (2D_r) \quad i=1 \text{ to } 120 \text{ days}$$

D = root density (constant for the whole growth period)

r= root mean radius for 0-15 days and 15- 22 days etc (having respectively the values $r_1, r_2, \dots, r_N$)

Total cadmium uptake for the i-th day will be

$$CdUP_i = I_{ni} (MR_i) / (2 * D * r_i) \text{ if } i=1-15 \text{ days}$$

Etc

Total Cd uptake from day 1 to harvest will be

$$CdUP = I_{n1}(MR_1)/(2 * D * r_1) + \dots + I_{n1}(MR_{15})/(2 * D * r_1) + I_{n2}(MR_{16})/(2 * D * r_2) + \dots + \dots + I_{n2}(MR_{120})/(2 * D * r_N)$$

This model may be improved if accurate functions for I_n can be derived from experimental data for plants grown on specific areas such as Copsa Mica.

The endogenous generic plant model is currently written in C++ and is containing root and shoot Cd accumulation sub-models which are currently under development. Using appropriate growth functions the model may be linked to different existing growth models and their soil sub-models

A simple Borland C++ model for linking plant and animal models- a plant – sheep model

Soil parameters can be linked to two of the endogenous plant models which are linked throughout the diet algorithm to the sheep (and/or cows models) by using Borland C++ language. The model will become more complex by introducing the phenomenological plant model computing the Cd concentration in plants and the quantity of organically bound Cd. At this stage the diet formula incorporates only the results of two linear plant models water and soil. After testing with available data the program generated biological sensible values. The output of the model presente below is Cd in sheep liver and Cd in sheep kidney assuming the quantities of Cd accumulated in the animal organs are additive (Cd accumulated in the animal organ after ingestion of inorganic cadmium and cadmium accumulated in the animal organ after ingestion of organic bounded cadmium are additive).

The same model may be linked to cadmium accumulation in cows, activity which is now currently under development in order to obtain a general farm model.

PROGRAMME description:

```
#include <iostream.h>

#include <math.h>
#include <conio.h>

double phr,phm,cdm,w,q,r,m,w1,s,d,a,b1,b2,p1,p2,cdk,cdl;
void main()

{
clrscr();
cout<<"pH soil for ryegrass in micrograms/g:";
cin>>phr;
cout<<"pH soil for soybean in micrograms/g:";
cin>>phm;
cout<<"Soil Cd concentration for ryegrass in micrograms/g:";
cin>>cdr;
cout<<"Soil Cd concentration for soybean in micrograms/g:";
cin>>cdm;
cout<<"Cd concentration in water in micrograms/g:";
cin>>w;
cout<<"Total quantity of feed (including water) ingested per day (in kg):";
cin>>q;
cout<<"Percentage of ryegrass in daily diet:";
cin>>r;
cout<<"Percentage of soybean in daily diet:";
cin>>m;
cout<<"Percentage of water in the daily diet:";
cin>>w1;
cout<<"Percentage of soil in the daily diet:";
cin>>s;
cout<<"Number of days to feed the sheep:";
cin>>d;
a=(0-0.285*phr+10.954*cdr-1.621*phr*cdr)*0.001;
b1=(64.34-10.31*phm+1.075*cdm)*0.001;
```

```

b2=(0.1*b1)*0.001;
p1=(r*a*q)+(m*b2*q);
p2=(w1*w*q)+(s*q*cdr);
cdk=(0.36+(0.03*p2*d)-5.42)+(0.36+(0.03*p1*d));
cdl=(0.44+(0.0064*p1*d)+(0.44+(0.0064*p2*d)-3.64);
cout<<"\nCadmium concentration in sheep liver is "<<cdl<<" mg/gdw";
cout<<"\nCadmium concentration in sheep kidney is "<<cdk<<" mg/gdw";
}

```

PLANT-ANIMAL MODELS FOR HEAVY METALS ACCUMULATION IN AGRICULTURAL SYSTEMS from the Copsa Mica Area

Introduction

A large variety of modeling techniques is in current use each of the models being highly personalized, serving a very specific purpose. It seems that mechanistic and regression models are the majors modeling techniques in use.

The main purpose of all these models is to predict the value of a certain parameter (yield, nutrients uptake, heavy metals accumulation) at a certain time with or without predicting how the system unfolds with the passage of time.

Many traditional farms such as the ones in the Copsa Mica area are using local feed and local pastures for farm animals.

The proposed model approach is considering Cd and Pb accumulation in pasture plants as well as Cd and Pb accumulation in some other local produced fodder plants.

The proposed models were constructed to simulate the uptake and accumulation of cadmium and lead by plants from the soil solution and aerial depositions as well as from more traditional soil parameters such as pH and organic matter and clay. Plant nontoxic accumulation was found to be the most common situation for field grown plants under normal agronomic practice and thus the plant models take into account accumulation below the upper critical concentrations of Cd and Pb in plants tissues which would affect plant growth. Cadmium uptake is described by Michaelis- Menten parameters and its accumulation in plant tissues are governed by the rate of Cd sequestration by class III metallothionines. The proposed cadmium foliar accumulation onto and in the plant leaves is compartmentalised into wet deposition, dry deposition and deposition from sewage sludge. The model is flexible and may be likened to growth models which calculate dry matter production in relation to intercepted radiation, air temperature, soil water status and tissue N-concentration.

The animal models presented are published linear models or endogenous models derived from data collected in Copsa Mica from the period 2000-2010. As the Copsa Mică agronomical system is very complex the plant-animal model is limited for the moment therefore future developments are needed.

MATERIALS AND METHODS

The plant – animal model

The proposed plan-animal model with several modules is applicable to agronomical systems containing farm animals such as sheep cattle and equines as well as pastures or maize and wheat cultures.

The overall model consist of several soil-plant modules including foliar deposition and several animal modules.

The soil –plant module

At this stage of the soil-plant module several approaches are proposed:

Empirical model M1

Calculation of Cd concentrations in plants based on the soil Cd total concentration, soil pH, organic matter and clay content.

$$\log[Cd_{plant}] = Constant + a \cdot \log[organic\ matter] + b \cdot \log[clay] + c \cdot \log[Cd_{soil}] + d \cdot [pH]$$

Constant, a, b, c, d, are statistically derived parameters for the linear model

Module M2- Cadmium accumulation in maize / wheat/ ryegrass/ pasture plants is similar with the one presented in

Several root / shoot partitioning coefficients for Pb concentrations were calculated for pasture plants from the Copsa Mica area. It was found that the Pb partition coefficient varies with time.

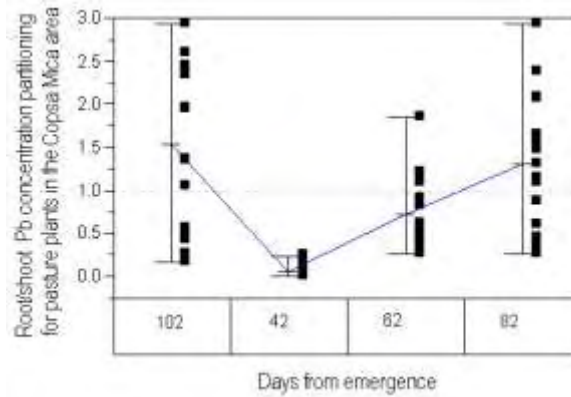


Figure 1. Root/shoot Pb concentration partitioning index (I_t) for pasture plants in the Copsa Mica area.

The variation with time of the partitioning index for Pb concentration in the pasture plants in the Copsa Mica area is following the polynomial equation (figure 2)

$$I_t = -0.75 + 0.025 Z - 0.0002697 (Z-72)^2$$

where Z is the number of days from emergence.

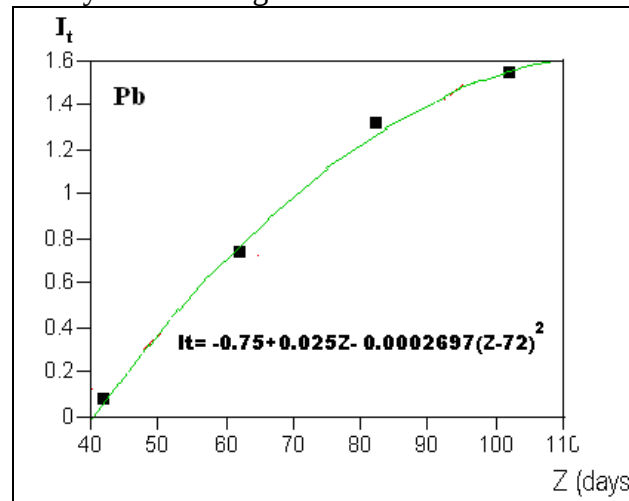


Figure 2. The temporal variation of the partitioning index for Pb concentration in pasture plants in the Copsa Mică area.

The animal module

Module M3 Cattle - for Cd accumulation in cattle.

The M1 animal module (Fels-Klerx et al, 2011) can be used for the calculation of the total daily and annual Cd intake by cattle considering the intake of roughage (grass and maize), compound feed, water and soil.

Differences in the consumption patterns of younger and older cows are also considered.

The daily Cd intake (DI) for cattle (Fels-Klerx et al, 2011) in mg Cd per day was calculated as the sum of the intake of soil, roughage (including grass and maize in a fraction and compound feed, each of the three multiplied by their respective Cd contamination levels

$$DI = \Sigma (Cd_{soil} \times Co_{soil}) + (Cd_{com} \times Co_{com}) + (Cd_{rou} \times Co_{rou}) \text{ ((Fels-Klerx et al, 2011)}$$

Co_{soil} , Co_{com} and Co_{rou} represent the animal daily consumption of respectively, soil, compound feed and roughage, expressed in kg dry matter per day.

The biotransfer rate (B_{Cd}) of Cd BTR (Franz et al., 2008) is defined as the increase of the Cd concentration in the organ tissue per day divided by the additional Cd intake per day, and expressed per 1 kg of tissue.

The B_{Cd} of Cd into kidneys is 9.0×10^{-5} for kidneys and 1.7×10^{-5} for liver (Franz et al., 2008).

The cadmium concentration in organs (Ct) in mg /kg is a linear function of B_{Cd} , daily intake (DI) and time (t):

$$Ct = B_{Cd} \times DI \times t$$

The M1 cattle model calculates the levels of Cd in liver and kidney based on

- 1) a linear bioconcentration model assuming accumulation only
for up to 5 year old animals
- 2) a non-linear accumulation-excretion model

Module M3- sheep

The M2 module consist of the sheep animal model for Cd accumulation in liver and kidney for sheep (Phillips and Tudoreanu, 2010)

Module M3- equines

The M1- equines module estimates Cd and Pb accumulation in hair, kidney and liver tissues for horses and is still under current development. The M3 model will attempt to estimate also the rate of excretion for Cd (Crivineanu et al, 2009)

Conclusions

- The proposed plant-animal model is only partially covering only a part of the agricultural systems from Copsa Mică.
- The data from Copsa Mică suggests that the heavy metals partitioning between root and shoots for pasture plants is time dependent
- The monthly accumulation of heavy metals in the animals organs grazing in the Copsa Mică area is dependent of the partitioning index between root and shoot for the pasture plants . This fact suggests that grazing after 45 days from plant emergence will substantially increase Pb accumulation in animal organs.

Metodologie de stabilire a oportunității culturilor la nivel de parcelă în exploatațile alese din zonele de risc

Stabilirea oportunității culturilor la nivel de parcelă în exploatațile alese din zonele de risc este analiza făcută pentru alegerea speciilor de plante de câmp ce pot fi cultivate în zonele poluate, ținând seama în egală măsură de limitările impuse de conținutul de metale grele din sol și plante, cât și de profitabilitatea culturilor respective.

Pentru îndeplinirea acestei activități am colaborat într-un mod informal cu echipa profesorului Horia Constantin Barbu de la Universitatea Lucian Blaga din Sibiu. În câmpul experimental al Facultății de Științe Agricole, Industrie Alimentară și Protecția Mediului de la Copșa Mică am urmărit 3 experiențe în care am studiat absorbția diferențiată a metalelor grele de către câțiva hibrizi de porumb și cultivarea în scop energetic pe soluri poluate a speciilor camelina (*Camelina sativa*) și Miscanthus (*Miscanthus giganteus*). Experiențele cu camelina și Miscanthus nu au fost finanțate în cadrul acestui proiect.

Obiectivele acestei activități sunt următoarele:

- a) estimarea favorabilității ecologice pentru diferitele culturi de câmp pentru parcelele nepoluate din zonele de risc;
- b) cultivarea pe terenurile poluate cu metale grele a speciilor cu capacitate mică de absorbție și acumulare a metalelor grele;
- c) selectarea unor hibrizi de porumb cu capacitate mică de absorbție a metalelor grele din sol;
- d) analiza oportunității cultivării pe solurile poluate cu metale grele a unor specii în scop energetic:
 - a. porumb pentru bioetanol,
 - b. rapiță pentru biodiesel,
 - c. camelină pentru biokerosen,
 - d. Miscanthus pentru biomasă.

Zona de risc la care se referă proiectul nostru este formată din 6 localități, orașul Copșa Mică și 5 comune din apropiere: Axente Sever, Târnava, Șeica Mică Micăsasa și Valea Viilor.

Oportunitatea cultivării la nivel de parcelă a diferitelor specii în zone de risc este determinată de mai mulți factori, dintre care cei mai importanți sunt următorii:

- favorabilitatea ecologică pentru diferitele culturi;
- restricțiile generate de poluarea solului cu metale grele;
- profitabilitatea culturilor analizate.

I. Estimarea favorabilității ecologice pentru diferitele culturi de câmp pentru parcelele nepoluate din zonele de risc

Favorabilitatea ecologică la nivel de parcelă se poate determina prin realizarea unui studiu de bonitare și a unei cartări agrochimice de către OSPA Sibiu (Oficiul de Studii Pedologice și Agrochimice). Studiul de bonitare împreună cu analizele agrochimice costă în jur de 200 lei/ha. Deoarece costurile unui astfel de studiu sunt ridicate, am ales să estimăm favorabilitatea ecologică folosind date existente dintr-un proiect Sapard. Aceste date se referă la o estimare a notelor de bonitare la nivelul întregii comune. Deoarece pot exista diferențe mari între parcelele nepoluate (în terenul poluat nota de bonitare este 0), nota de bonitare exprimată la nivelul întregii comune este un doar un punct de plecare, pe care îl considerăm oportun.

Bonitarea terenurilor agricole reprezintă operațiunea de estimare a condițiilor de creștere și producție a plantelor. Acest lucru se realizează prin determinarea gradului de

favorabilitate a acestor condiții pentru diferite folosințe și culturi, prin intermediul unui sistem de indicatori tehnici și note de bonitare (Oanea 2005).

Prin bonitare se stabilesc cele mai potrivite culturi ce pot fi cultivate pe un anumit teren, pentru obținerea profitului vizat.

Bonitarea se face inițial pentru condițiile naturale. Dacă au loc lucrări de îmbunătățire a condițiilor de creștere (în special prin lucrări de îmbunătățiri funciare), se calculează notele de bonitare potențată.

Bonitarea terenurilor agricole trebuie actualizată permanent, mai ales în zonele expuse influenței antropice, așa cum sunt zonele poluate, ca în cazul nostru.

Bonitarea naturală se face pentru unități de teritoriu ecologic omogene (TEO) Pe aceste TEO-uri factorii naturali se manifestă uniform.

Caracterizarea fizico-geografică și pedologică a TEO-urilor sau unităților de sol-teren se face pe baza unui set de indicatori și a unor scări de interpretare a fiecărui indicator în parte. În scopul prelucrării automate a datelor (cu calculatoare electronice), tot sistemul de redare în legenda hărții de terenuri a indicatorilor este codificat (Oanea 2005).

Indicatorii (cu numerele lor de cod) sunt următorii:

1. temperatura medie anuală - valori corectate - indicator 3 C;
2. precipitații medii anuale - valori corectate - indicator 4 C;
3. gleizare - indicator 14;
4. pseudogleizarea - indicator 15;
5. salinizarea sau alcalizarea - indicator 16 sau 17;
6. textura în Ap sau în primii 20 cm - indicator 23 A;
7. poluarea - indicator 29;
8. panta - indicator 33;
9. alunecări - indicator 38;
10. adâncimea apei freatice - indicator 39;
11. inundabilitatea - indicator 40;
12. porozitatea totală în orizontul restrictiv - indicator 44;
13. conținutul de CaCO_3 total pe 0-50 cm - indicator 61;
14. reacția în Ap sau în primii 20 cm - indicator 63;
15. gradul de saturație în baze în Ap sau 0-20 cm - indicator 69;
16. volumul edafic - indicator 133;
17. rezerva de humus în stratul 0-50 cm - indicator 144;
18. excesul de umiditate la suprafață - indicator 181.

Nota de bonitare naturală pe culturi se calculează înmulțind cu 100 produsul coeficienților celor 18 indicatori. Când toți indicatorii au coeficientul egal cu 1, nota de bonitare va fi 100, ceea ce înseamnă că pentru aceea cultură toți factorii naturali sunt în optim.

Când unul din indicatori are coeficientul 0, factorul nefavorabil este restrictiv, iar nota de bonitare este 0. Acest lucru se întâlnește pe mai multe parcele din zona poluată luată de noi în studiu.

Pentru folosința arabil, nota de bonitare rezultă din media aritmetică de al 4 culturi, dintre cele cu cea mai mare favorabilitate.

Estimarea producției medii posibile am realizat-o prin două metode: utilizarea unei bonități estimative realizate la nivelul comunei în cadrul unui proiect Sapard și prin calcularea producțiilor medii obținute în ultimii 5 ani la grâu și la porumb. În acest din urmă caz, datele au fost obținute de la primăriile localităților vizate.

În tabele 1-6 sunt prezentate estimările producției (valorile medii și maxime), folosind datele dintr-un proiect Sapard.

Tabelul nr. Notele de bonitare la culturile de câmp estimate pentru întreaga localitate

Comuna	Relief	Grâu			Orz			Porumb		
		NB	Producția (t/ha)		NB	Producția (t/ha)		NB	Producția (t/ha)	
			Med	Max		Med	Max		Med	Max
Axente Sever	deal	31	1,75	2,33	27	1,89	2,43	22	1,88	2,55
Copșa Mică	deal	29	1,62	2,16	25	1,71	2,20	22	1,85	2,51
Micăsasa	deal	32	1,83	2,43	18	1,24	1,59	18	1,56	2,12
Șeica Mică	șes	40	2,30	3,06	38	2,61	3,36	30	2,58	3,50
Târnava	deal	36	2,07	2,76	34	2,33	2,99	28	2,39	3,24
Valea Viilor	deal	34	1,91	2,54	30	2,10	2,70	24	2,03	2,76

Tabelul nr. Notele de bonitare la culturile de câmp estimate pentru întreaga localitate

Comuna	Relief	Floarea-soarelui			Soia			Mazăre		
		NB	Producția (t/ha)		NB	Producția (t/ha)		NB	Producția (t/ha)	
			Med	Max		Med	Max		Med	Max
Axente Sever	deal	19	0,85	1,13	22	0,96	1,45	29	1,35	1,99
Copșa Mică	deal	0	0,00	0,00	21	0,92	1,39	28	1,31	1,94
Micăsasa	deal	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	21	1,00	1,47
Șeica Mică	șes	27	1,18	1,58	36	1,55	2,35	38	1,81	2,67
Târnava	deal	20	0,88	1,18	26	1,13	1,71	34	1,63	2,40
Valea Viilor	deal	18	0,79	1,06	24	1,05	1,59	29	1,38	2,04

Tabelul nr. Notele de bonitare la culturile de câmp estimate pentru întreaga localitate

Comuna	Relief	Fasole			Sfeclă de zahăr			Cartof		
		NB	Producția (t/ha)		NB	Producția (t/ha)		NB	Producția (t/ha)	
			Med	Max		Med	Max		Med	Max
Axente Sever	deal	29	0,95	1,42	21	17,03	22,21	21	9,13	12,66
Copșa Mică	deal	28	0,92	1,38	19	15,46	20,16	22	9,43	13,08
Micăsasa	deal	21	0,70	1,05	17	14,06	18,33	21	8,79	12,19
Șeica Mică	șes	38	1,27	1,91	26	21,08	27,50	28	11,86	16,45
Târnava	deal	34	1,14	1,72	27	21,91	28,57	29	12,46	17,28
Valea Viilor	deal	29	0,97	1,46	22	18,19	23,72	24	10,37	14,38

Tabelul nr. Notele de bonitare la culturile de câmp estimate pentru întreaga localitate

Comuna	Relief	Rapiță			Lucernă			Trifoi		
		NB	Producția (t/ha)		NB	Producția (t/ha)		NB	Producția (t/ha)	
			Med	Max		Med	Max		Med	Max
Axente Sever	deal	31	1,24	1,78	23	17,72	20,99	31	15,00	17,51
Copșa Mică	deal	29	1,15	1,65	23	17,34	20,54	32	15,28	17,84
Micăsasa	deal	32	1,30	1,86	15	11,71	13,87	36	17,11	19,97
Șeica Mică	șes	40	1,63	2,34	39	29,67	35,14	43	20,36	23,77

Târnava	deal	36	1,47	2,11	31	23,20	27,48	37	17,87	20,87
Valea Viilor	deal	34	1,35	1,94	25	19,32	22,88	34	16,48	19,24

Tabelul nr. Notele de bonitare la culturile de câmp estimate pentru întreaga localitate

Comuna	Relief	Pășuni			Fânețe		
		NB	Producția (t/ha)		NB	Producția (t/ha)	
			Med	Max		Med	Max
Axente Sever	deal	35	8,83	10,15	26	6,60	7,59
Copșa Mică	deal	39	9,63	11,07	30	7,40	8,51
Micăsasa	deal	41	10,20	11,73	39	9,83	11,30
Șeica Mică	șes	39	9,70	11,16	31	7,85	9,03
Târnava	deal	41	10,20	11,73	34	8,40	9,66
Valea Viilor	deal	39	9,63	11,07	32	7,90	9,09

Tabelul nr. Notele de bonitare la culturile de câmp estimate pentru întreaga localitate

Comuna	Relief	Vie			Prun		
		NB	Producția (t/ha)		NB	Producția (t/ha)	
			Med	Max		Med	Max
Axente Sever	deal	38	6,53	8,75	39	3,89	5,21
Copșa Mică	deal	39	6,63	8,88	32	3,17	4,24
Micăsasa	deal	0	0,00	0,00	22	2,24	2,99
Șeica Mică	șes	38	6,44	8,63	31	3,10	4,15
Târnava	deal	42	7,14	9,57	42	4,16	5,57
Valea Viilor	deal	33	5,58	7,48	36	3,63	4,86

NB – Nota de bonitare

Med – producția medie

Max – producția maximă

Se observă că, în general, condițiile naturale nu sunt foarte avantajoase, în majoritatea cazurilor notele de bonitare oscilând între 20 și 40. Cea mai nepotrivită cultură pentru această zonă este floarea-soarelui, lucru evident și pentru localnici, care nu o cultivă de loc.

În schimb, cea mai cultivată specie este porumbul, deși ocupă penultimul loc în clasamentul favorabilității exprimat prin notelor de bonitare (18-30).

În ceea ce privește cea de a doua metodă de evaluare a favorabilității culturilor, am folosit datele medii pe ultimii 5 ani, am obținut valorile din tabelul nr.

Tabelul nr. Estimarea favorabilității culturilor de grâu și porumb folosind mediile producțiilor pe 5 ani

Localitatea	Producția medie pe 5 ani (t/ha)	
	Grâu	Porumb
Axente Sever	3600	3980
Copșa Mică	2500	3400
Micăsasa	2800	3500
Șeica Mică	2500	2506
Târnava	3500	4000
Valea Viilor	3584	3560

Se observă că valorile producțiilor medii sunt mai mari decât cele corespunzătoare notelor de bonitare. Cum se explică acest lucru?

În primul rând prin succesiunea unor ani agricoli favorabili.

În al doilea rând prin faptul că, din diferite cauze, se cultivă numai o parte din pământ, iar acesta este cel mai bun pământ din localitate.

II Cultivarea pe terenurile poluate cu metale grele a speciilor cu capacitate mică de absorbție și acumulare a metalelor grele

În total, în zona Copșa Mică este afectată de poluarea cu substanțe purtate de aer o suprafață agricolă de 149.465 ha, din care puternic - excesiv 18.638 ha, moderat 44.835 ha și slab 86.000 ha.

În tabelul de mai jos se prezintă parametri statistici ai poluării solului cu metale grele și sulf solubili din 26 situri. Din analiza datelor cuprinse în acest tabel se remarcă următoarele aspecte: conținuturile maxime de Cu depășesc P.a.s., cel de Pb depășește de peste 7 ori P.i.s., cel de Zn depășește de circa 8 ori P.i.s., iar cel de Cd de circa 5 ori P.i.s., conținutul maxim de S-SO₄ se situează între C.N. și P.a.s.

Tabelul. Parametrii statistici ai poluării solului cu metale grele totale și sulf solubil în zona Copșa Mică

Adâncimea, cm	Parametri	Cu	Pb	Zn	Cd	S-SO ₄
0-20 cm	Minima	12	20	25	0,5	20
	Maxima	165	745	1729	28,5	273
	Media	43	159	287	4,3	116
20-40	Minima	15	37	41	0,5	-
	Maxima	109	770	1636	25	-
	Media	42	209	364	5,5	-
C.N. - Conținut normal		< 20	< 20	< 20	< 1	≤150
P.a.s. - Prag de alertă pentru utilizări sensibile		100	50	100	3	400
P.i.s. - Prag de intervenție pentru utilizări sensibile		200	100	200	5	1000

Sursa: I.C.P.A.

În câmpul experimental de al Copșa Mică al Universității Lucian Blaga, am obținut valorile din tabelul nr.

În raportul științific de anul trecut al proiectului (http://metagro.cesec.ro/pdf/Raport_52-175_Etapa3_2010_Stiintific_final21Dec.pdf), partenerii de la ICPA au notat conținuturi ridicate de plumb și cadmiu pe care le-au găsit în parcele de pe raza comunei Axente Sever. Astfel, cele mai mari valori de metale grele în sol au fost de 1353 ppm Pb și 35 ppm Cd. După cum se vede, aceste valori depășesc de 13,5 ori valoarea P.i.s. pentru plumb și de 7 ori valoarea P.i.s. pentru cadmiu.

În aceste condiții, la o încărcătură atât de mare de plumb și cadmiu, am ales să lucrăm cu plante care acumulează metale grele în cantitate mică sau care sunt folosite în scop energetic.

Din literatura de specialitate am reținut următoarele informații:

1. Angelova și colaboratorii (2005) au efectuat studii în urma cărora au clasificat speciile vegetale în patru categorii în funcție de tendința de a acumula metale:
 - i. puțin acumulative – porumb și mazăre;
 - ii. moderat acumulative – ovăz, floarea soarelui, coriandru, bumbac, cartof;

- iii. puternic acumulatoare – grâu, soia, fasole, alune, muștar;
- iv. hiperacumulatoare – tutun, *Salvia sclarea* L.).

Concentrațiile de Cd, Pb și Zn în boabele de mazăre și porumb au fost foarte scăzute chiar și pe solurile poluate (27 ppm Cd, 914 ppm Pb, 1904 ppm Zn).

2. Angelova și colab. 2003 au analizat modul în care metalele din solurile contaminate (de lângă combinate de prelucrarea metalelor neferoase) sunt reținute de anumite specii vegetale. Speciile care au acumulat cea mai mare cantitate de metale (Cd, Pb) au fost soia, urmată de fasole, linte și mazăre. S-a constatat că plumbul s-a acumulat în boabele de soia și fasole în cantități peste limita maximă admisă. Cadmiul s-a acumulat cu precădere în leguminoase în concentrații peste limita admisă. Prin urmare, leguminoasele nu sunt specii indicate a fi cultivate în zonele poluate. Se pare însă că mazărea este o excepție.
3. Studii relativ recente (Rose, 2002) au arătat că plumbul nu se acumulează în porumb, fasole, dovlecel, tomate, mere.
În zona Copșa Mică sunt condiții favorabile de cultură pentru porumb, fasole și mere.
4. Florijn și Van Beusichem (1993) au observat că există linii consangvinizate care absorb de până la 10 ori mai puțin cadmiu decât alte linii. Existența unor linii de acest fel printre „părinții” hibrizilor comerciali, ar putea rezolva problema în cazul poluării cu cadmiu din zona Copșa Mică.
5. Stefanovic și colaboratorii (2008) au determinat conținutul de metale din diferite soiuri de grâu. Conținutul de plumb este ridicat în toate varietățile analizate dar acest lucru este datorat traficului și poluării industriale. De asemenea, s-a observat că unele soiuri au o afinitate mai mare pentru anumite metale iar acest lucru trebuie avut în vedere atunci când se aleg cultivarele de grâu.

Folosind aceste informații am hotărât să verificăm ipoteza conform căreia porumbul este o plantă care acumulează puțin plumb și cadmiu, chiar dacă în sol există cantități mari de metale grele, cu mult peste limita admisă.

Totodată, am verificat și ipoteza conform căreia ar putea exista hibrizi de porumb care absorb metale grele în cantități mai mici decât alții, datorită capacității diferite de absorbție a liniilor consangvinizate din care provin.

Condiții de experimentare

Deoarece cei mai cultivați hibrizi de porumb din zonă provin de la compania Pioneer, am semănat în câmpul experimental al Facultății de Științe Agricole, Industrie Alimentară și Protecția Mediului de la Copșa Mică

Am semănat câte 6 rânduri de porumb din 6 hibrizi diferiți pe o distanță de 300 m.

Am respectat tehnologia pe care o utilizează cel mai important fermier din zonă (250 ha), și anume:

- 80 kg N/ha (fermierul utilizează în plus îngrășăminte organice de la o crescătorie de păsări)
- Două erbicidări, fără prașile
 - împotriva buruienilor dicotile cu 2,4 D + dicamba
 - împotriva buruienilor monocotile cu nicosulfuron.

Am recoltat probe de sol și de plantă din două locuri pentru fiecare hibrid. Distanța dintre cele două locuri de recoltare a fost de aproximativ 200 m.

Tabelul nr. Rezultatelor analizelor din câmpul experimental de la Copșa Mică al Universității Lucian Blaga din Sibiu

Analiza efectuată		PR38A 24D	PR38A 24T	PR38A 79D	PR38A 79T	PR39F 58D	PR39F 58T	PR37N O1D	PR37N O1T	P902 5D	P902 5T	PR39B 76D	PR39B 76T
pH sol		8,30	8,26	7,89	8,19	8,29	8,22	8,26	8,32	8,49	8,38	8,24	8,09
P _{AL} (ppm P) din sol		7,87	14,3	77,35	69,49	11,46	31,29	16,52	29,74	8,43	19,25	25,6	81,47
Pb (mg/kg)	sol	992,8	1568,0	1389,0	2629,0	1157,0	1688,0	1349,0	1797,0	1573,0	1839,0	2216,0	2583,0
	tulpini									55,76	52,47	62,03	70,34
	frunze	46,21	69,97	55,55	63,78	75,47	59,22	73,97	52,40	141,92	130,60	148,17	173,40
	boabe	76,43	110,05	86,63	151,75	114,14	169,40	138,17	168,52	1,665	2,367	2,513	2,55
Indicele de transfer	sol/tulpină	0,046165%		0,032116%		0,050182%		0,042152%		0,032116%		0,028100%	
	sol/frunze	0,074123%		0,060100%		0,100166%		0,098163%		0,081134%		0,067112%	
	sol/boabe	0,00083100%		0,00100121%		0,00104126%		0,00097117%		0,00117142%		0,00106128%	
Cd (mg/kg)	sol	9,71	15,28	16,79	23,99	11,95	12,79	13,32	20,06	17,61	16,07	22,67	21,54
	tulpini	3,461	2,292	2,688	3,223	4,275	3,91	4,194	4,199	2,978	3,923	4,67	4,899
	frunze	5,307	5,835	5,28	5,776	5,957	6,23	4,583	6,198	5,2	4,72	6,488	6,52
	boabe	0,35	0,68	0,26	0,46	0,65	0,72	0,37	0,41	0,77	0,98	1,16	1,11
Indicele de transfer	sol/tulpină	0,2532172%		0,1472100%		0,3317225%		0,2621178%		0,2066140%		0,2167147%	
	sol/frunze	0,4642167%		0,2776100%		0,4928178%		0,3265118%		0,2945106%		0,2944106%	
	sol/boabe	0,0403235%		0,0172100%		0,0552321%		0,0239139%		0,0523304%		0,0513298%	

Literele D și T după numele fiecărui hibrid indică faptul că probele s-au recoltat din locuri diferite ale aceluiași câmp experimental (aproximativ 200 m distanță unul de altul). Analizele s-au efectuat utilizând probe medii din cele două locuri de prelevare

Primul lucru pe care trebuie să-l menționăm când comentăm rezultatelor analizelor este faptul că variația lor este prea mare pentru o rază de 200 m, de pe care au fost recoltate probele de sol și plantă..

Astfel, doar în cazul pH-ului variațiile au fost mici, de 8%. Cele mai mari variații au fost în cazul fosforului (creșteri de 10.35 de ori), apoi la plumb (creșteri cu 165%).

Tabelul nr. Variațiile rezultatelor de la pH, fosfor, plumb și cadmiu

Categorica	Mărima de analizat			
	pH	P _{AL} (ppm)	Cd în sol (mg/kg)	Pb în sol (mg/kg)
Valoarea minimă	7,89	7,87	9,71	993
Valoarea maximă	8,49	81,47	23,99	2629
Diferența relativă dintre valoarea maximă și cea minimă	108%	1035%	247%	265%
C.N. - Conținut normal			< 1	< 20
P.a.s. - Prag de alertă pentru utilizări sensibile			3	50
P.i.s. - Prag de intervenție pentru utilizări sensibile			5	100
Conținutul admis în semințele de porumb			0,1*	0,2*

*REGULAMENTUL (CE) NR. 1881/2006 AL COMISIEI din 19 decembrie 2006 de stabilire a nivelurilor maxime pentru anumiți contaminanți din produsele alimentare

Observăm că cel mai mic conținut de plumb este de 50 de ori mai mare decât conținutul normal, de 20 de ori mai mare decât Pragul de alertă pentru utilizări sensibile și de 10 ori mai mare decât Pragul de intervenție pentru utilizări sensibile.

În ceea ce privește cadmiul, situația este următoarea: cel mai mic conținut de cadmiu este de 10 de ori mai mare decât conținutul normal, de 3 ori mai mare decât Pragul de alertă pentru utilizări sensibile și de 2 ori mai mare decât Pragul de intervenție pentru utilizări sensibile.

În aceste condiții, am vrut să vedem relațiile dintre conținutul de plumb și cadmiu din sol și cel acumulat în plantele (tulpină, frunze și boabe) de porumb.

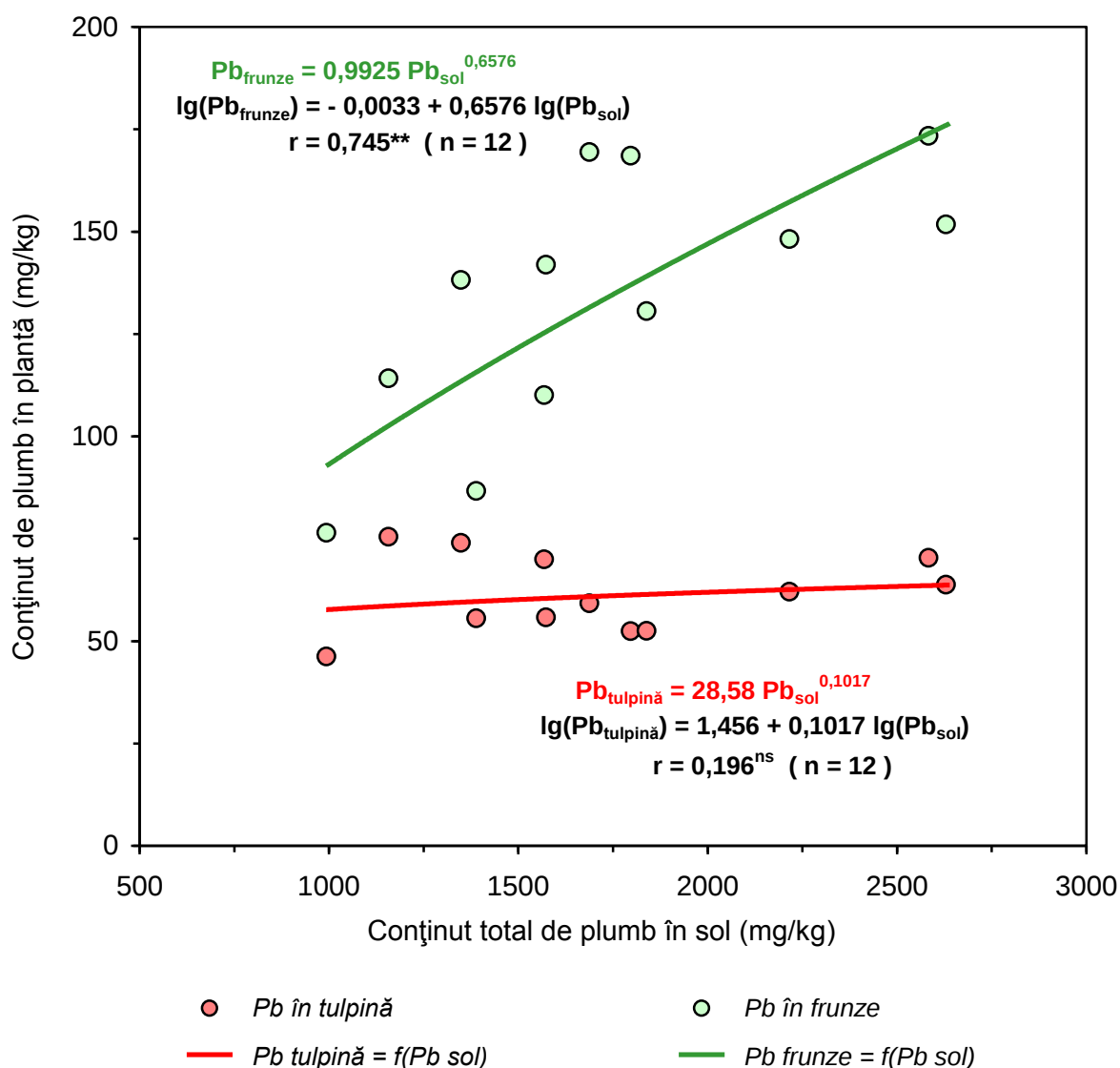


Fig. Curbe de regresie de tip putere care estimează dependențele stochastice dintre conținutul de plumb din sol (stratul 0–20 cm) și conținuturile de plumb din tulpina și frunzele plantei de porumb.

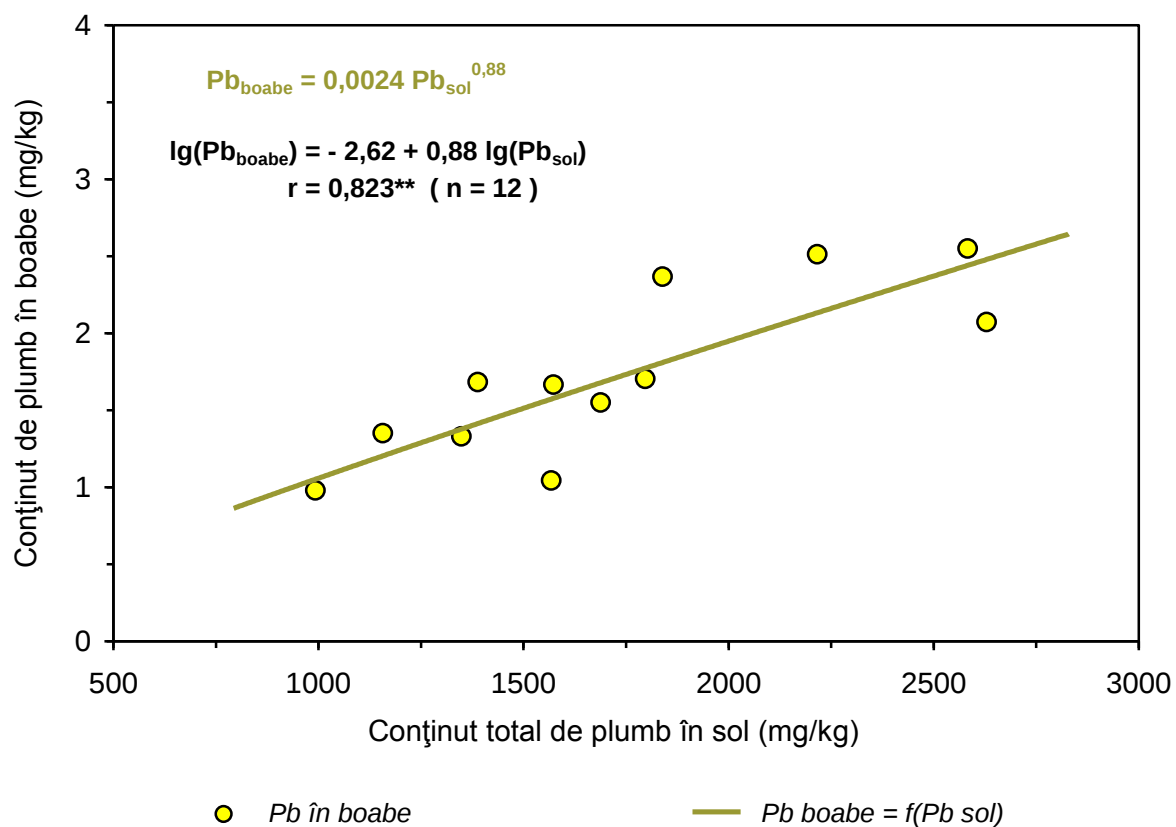


Fig. Curba de regresie de tip putere care estimează dependența stochastică dintre conținutul de plumb din sol (stratul 0–20 cm) și conținutul de plumb din boabele de porumb.

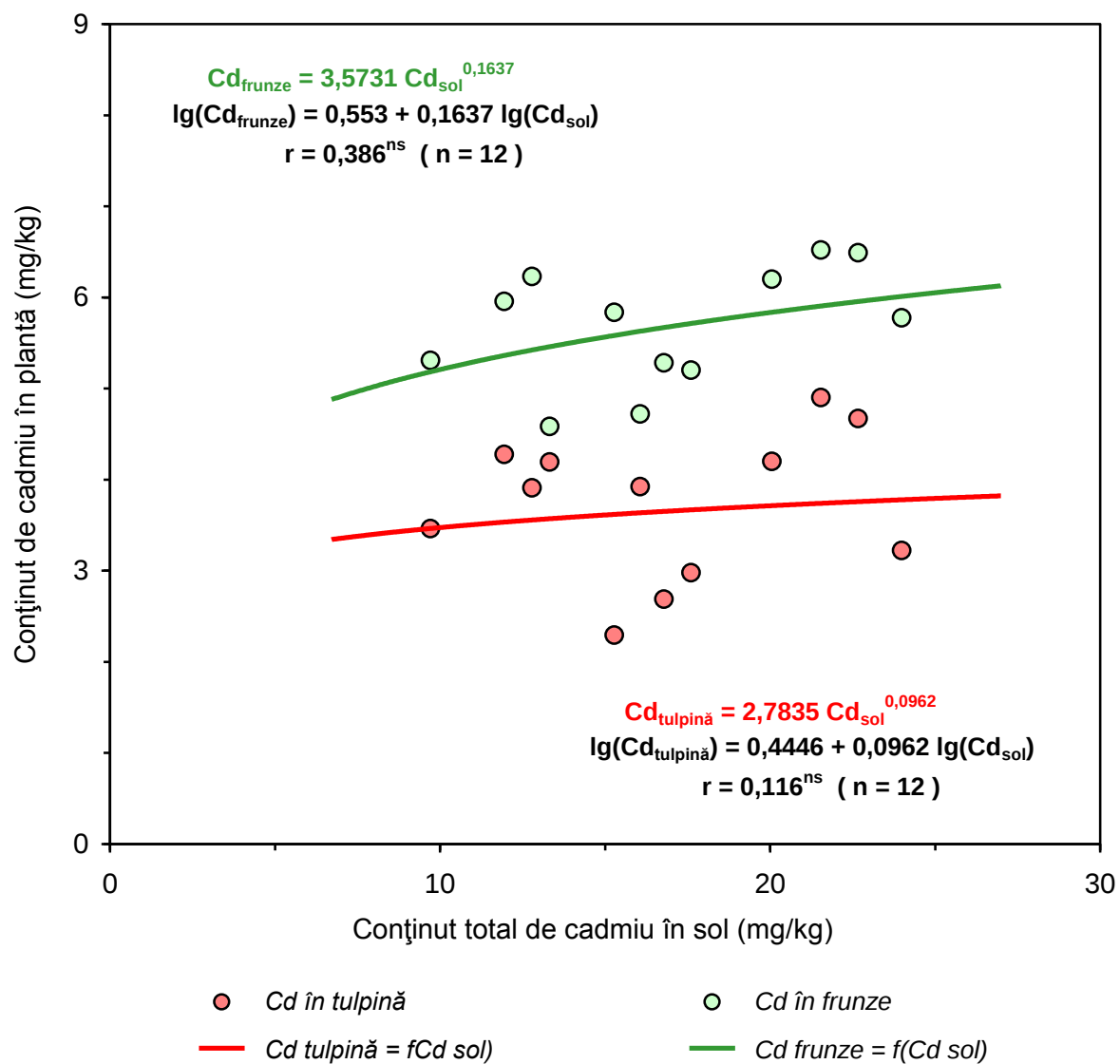


Fig. Curbe de regresie de tip putere care estimează dependențele stochastice dintre conținutul de cadmiu din sol (stratul 0–20 cm) și conținuturile de cadmiu din tulpina și frunzele plantei de porumb.

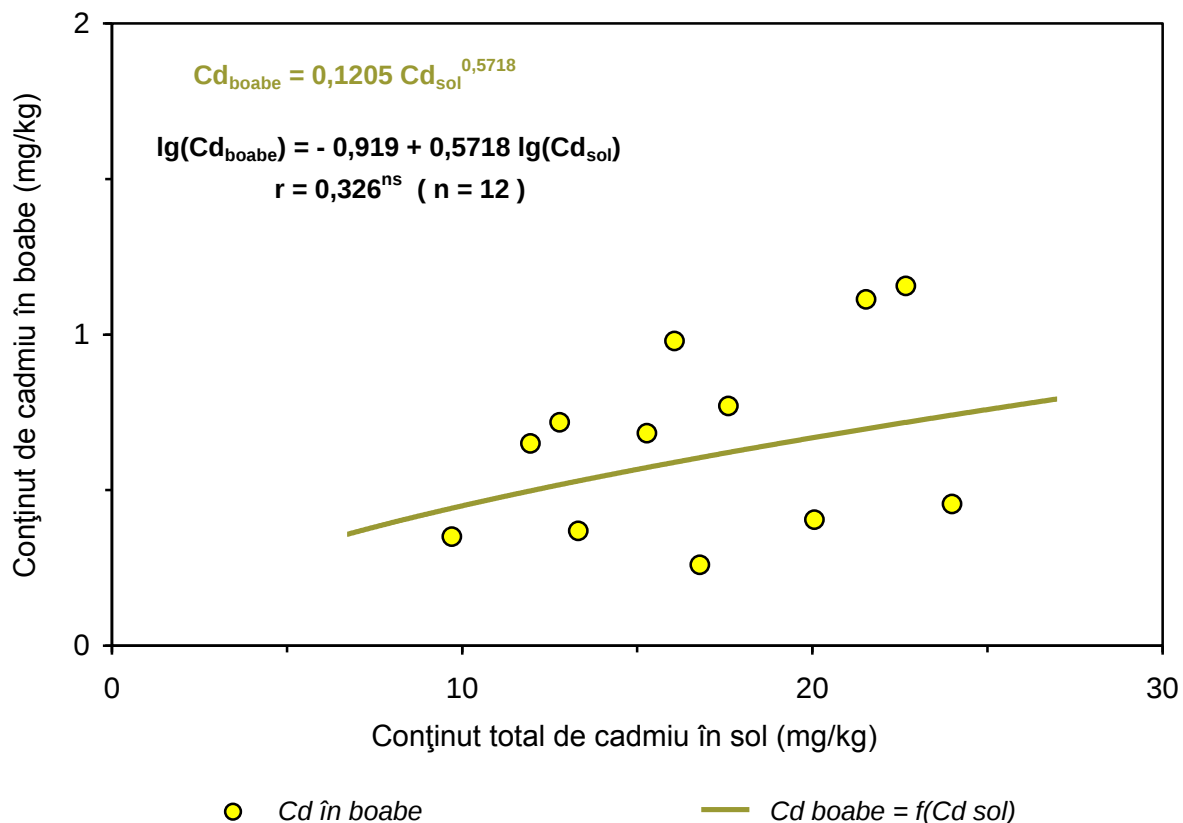


Fig. Curba de regresie de tip putere care estimează dependența stochastică dintre conținutul de cadmiu din sol (stratul 0–20 cm) și conținutul de cadmiu din boabele de porumb.

Din datele de până acum se pot trage următoarele concluzii:

1. Pentru plumb

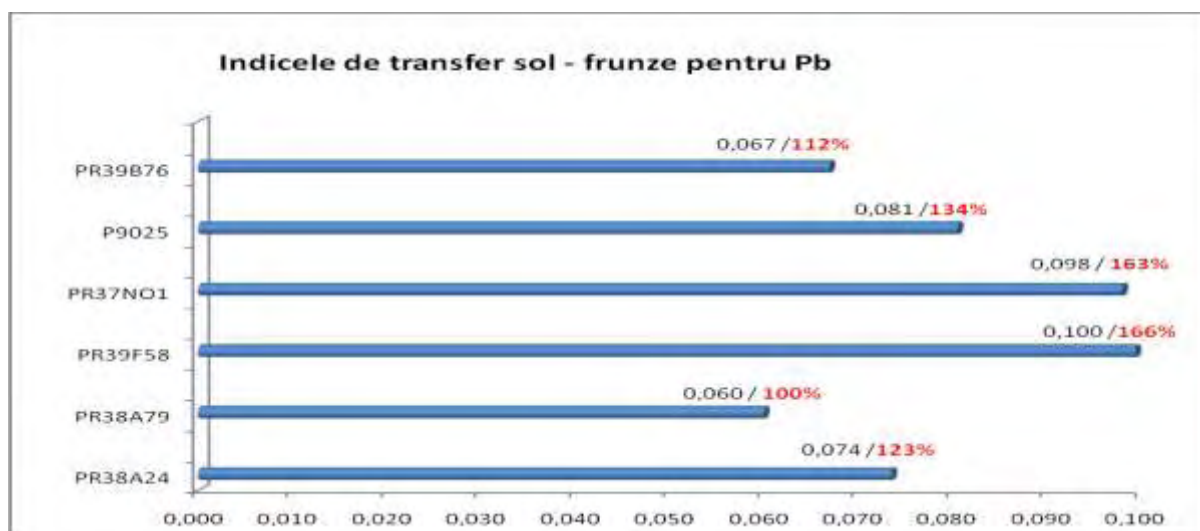
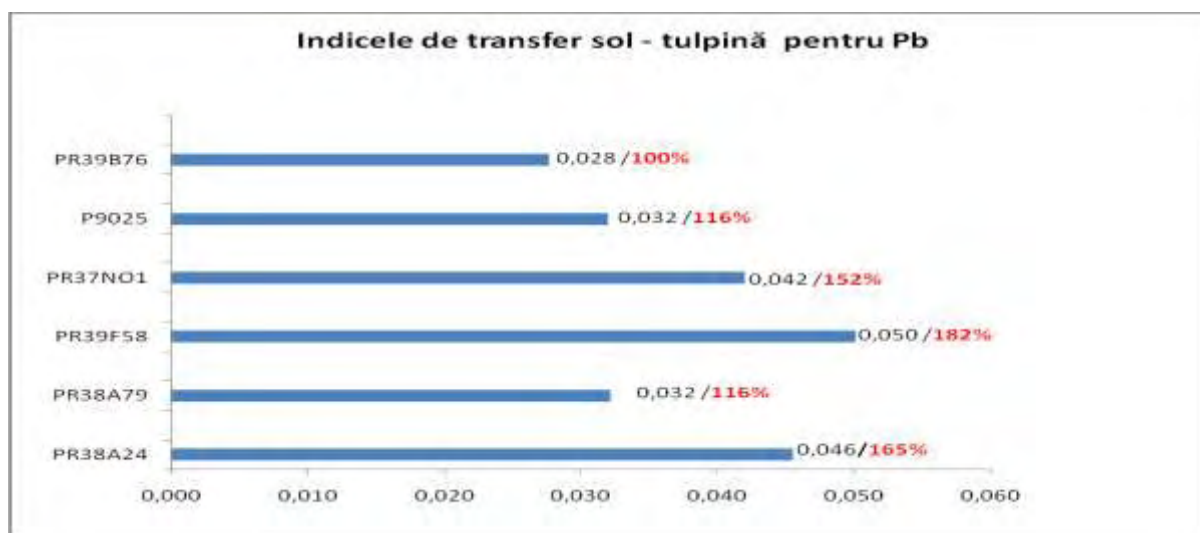
- Cel mai scăzut nivel al poluării cu plumb în sol (993 mg/kg) depășește de aproape 10 ori Pragul de intervenție pentru utilizări sensibile (100 mg/kg). Din acest motiv, cultivarea acestui sol poate fi făcută doar în condițiile în care se găsesc soluții pentru limitarea cantității de plumb translocate de către plante.
- Cea mai mică valoare a conținutului de plumb din semințe (0,98 mg/kg) este de aproape 5 ori mai mare decât limita admisă prin REGULAMENTUL (CE) NR. 1881/2006 AL COMISIEI din 19 decembrie 2006 de stabilire a nivelurilor maxime pentru anumiți contaminanți din produsele alimentare (0,2 mg/kg). De aceea, boabele de porumb obținute e aceste soluri nu pot fi utilizate în alimentație sau furajare.
- Conținutul de plumb din frunze și semințe crește odată cu mărirea conținutului de plumb din sol. Corelațiile sunt pozitive și distinct semnificative. Coeficientul de regresie liniară (r) are valori de 0,746 (corelația Pb din sol/Pb din frunze) și 0,826 (corelația Pb din sol/ Pb din boabe).
- Conținutul diferit al solului în plumb nu influențează semnificativ cantitatea de plumb acumulată în tulpini, care nu crește odată cu poluarea din sol.

2. Pentru cadmiu

- Cel mai scăzut nivel al poluării cu cadmiu în sol (9,71 mg/kg) depășește de aproape 2 ori Pragul de intervenție pentru utilizări sensibile (5 mg/kg). Din

- acest motiv, cultivarea acestui sol poate fi făcută doar în condițiile în care se găsesc soluții pentru limitarea cantității de cadmiu translocate de către plante.
- Cea mai mică valoare a conținutului de cadmiu din semințe (0,259 mg/kg) este de 2,5 ori mai mare decât limita admisă prin REGULAMENTUL (CE) NR. 1881/2006 AL COMISIEI din 19 decembrie 2006 de stabilire a nivelurilor maxime pentru anumiți contaminanți din produsele alimentare (0,1 mg/kg). De aceea, boabele de porumb obținute e aceste soluri nu pot fi utilizate în alimentație sau furajare.
 - Conținutul de cadmiu din frunze și semințe crește odată cu mărirea conținutului de cadmiu din sol, dar creșterea nu este semnificativă.
 - Conținutul diferit al solului în cadmiu nu influențează semnificativ cantitatea de cadmiu acumulată în tulpini, care nu crește odată cu poluarea din sol.

Concluzie parțială. Conținuturile de plumb și cadmiu din sol sunt mai mari decât cele ale Pragului de intervenție pentru utilizări sensibile. Deoarece conținutul de metale grele din semințele de porumb crește odată cu cel din sol (semnificativ pentru plumb și nesemnificativ pentru cadmiu), trebuie găsiți hibrizi care absorb cantități mici de metale grele. Din această cauză am calculat indicii de transfer la 6 dintre cei mai cultivați hibrizi din zona Copșa Mică, din portofoliul firmei Pioneer.



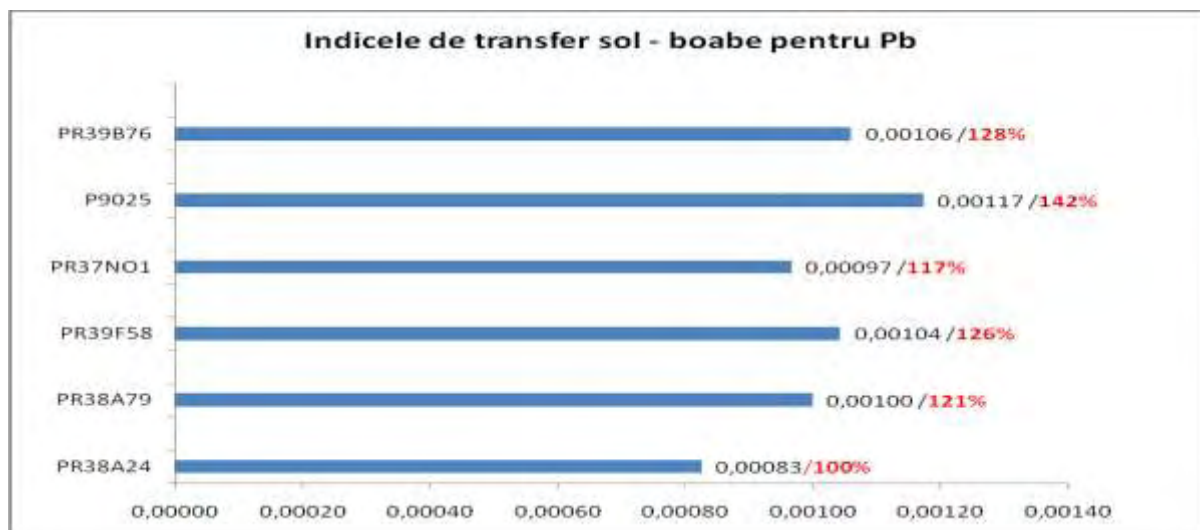
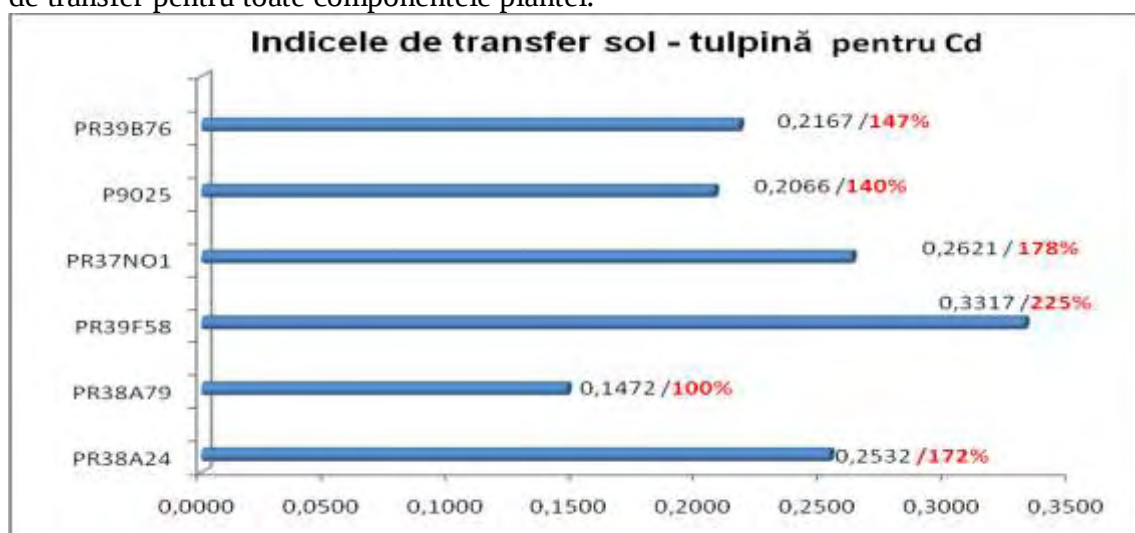


Figura nr. Indicii de transfer pentru plumb dintre sol și plantele de porumb (tulpini, frunze și boabe) la 6 hibrizi

Cum reiese din figura de mai sus, nu există un hibrid care să aibă cei mai mici indici de transfer pentru toate componentele plantei.



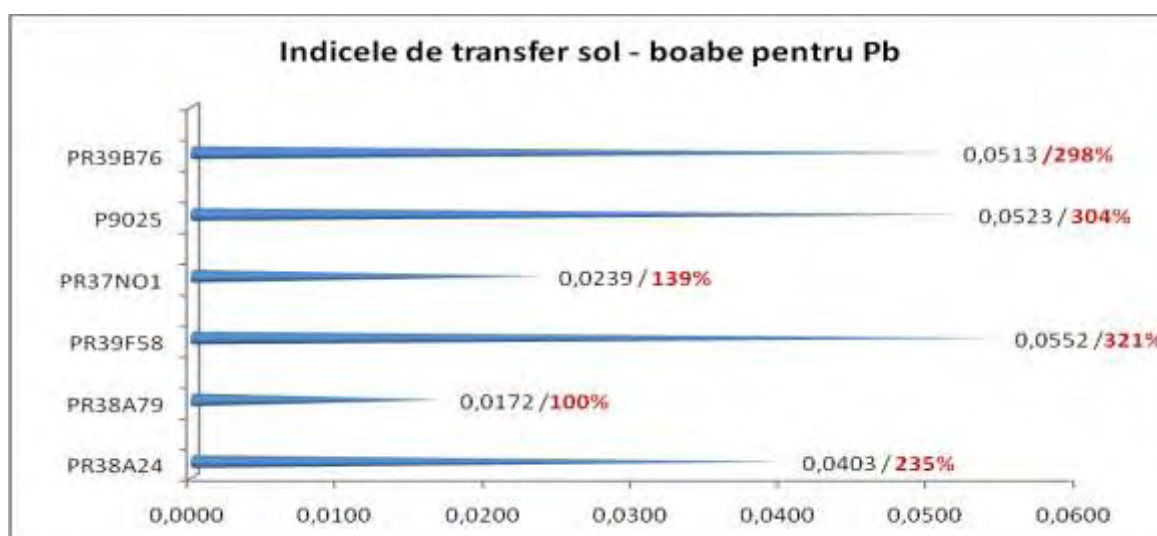
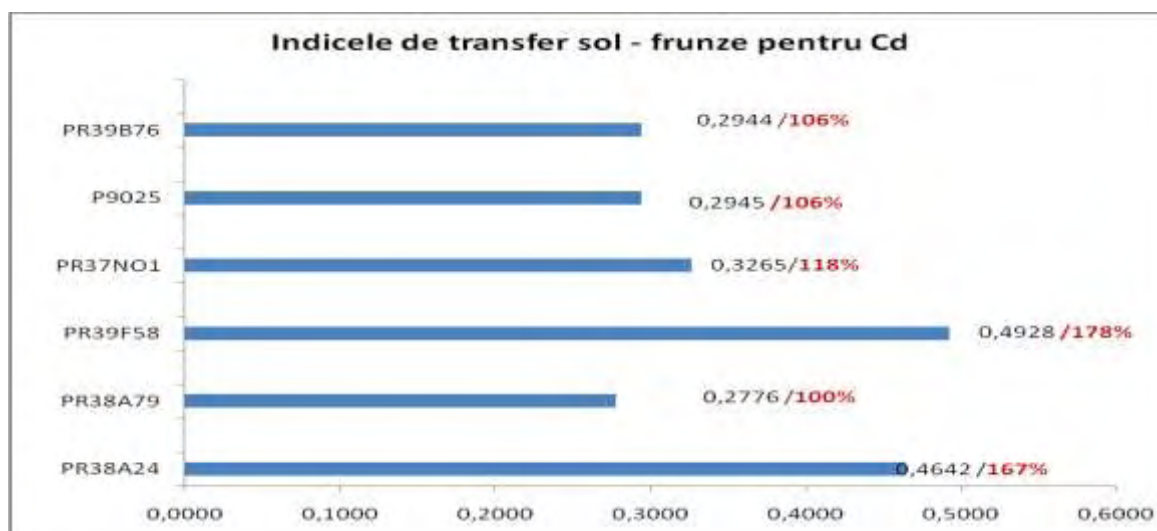


Figura nr. Indicii de transfer pentru cadmiu dintre sol și plantele de porumb (tulpini, frunze și boabe) la 6 hibrizi

Hibridul PR38A79 are cel mai mic indice de transfer pentru cadmiu la toate părțile componente ale plantelor de porumb (tulpini, frunze și boabe).

Concluzii parțiale. Din analiza valorilor a indicilor de transfer, rezultă următoarele:

- Indicii de transfer pentru cadmiu și plumb din sol spre tulpini, frunze și semințe variază destul de mult de la un hibrid la altul, ceea ce înseamnă că, în mod teoretic, se pot selecta hibrizi de porumb care au un indice de transfer al metalelor grele mic.
- Din experiențele efectuate în 2011, nu putem spune dacă acest lucru ar putea avea implicații practice, deoarece valorile plumbului și cadmiului sunt peste limitele admise, atât în sol cât și în plantă, ceea ce înseamnă că la aceste valori nu am găsit hibrizii cu indici de transfer suficient de mici pentru a putea folosi semințele în alimentație sau furajare.

III Cultivarea pe solurile poluate cu metale grele a unor specii în scop energetic

Acest capitol se referă doar la partea de metodologie a cultivării pe solurile poluate cu metale grele a unor specii în scop energetic. În cadrul proiectului nostru am estimat efectul utilizării acestor plante, ținând seama de rezultatele obținute în producție (cazul rapiței) sau în

cadrul altor proiecte (cum ar fi „Remedierea și utilizarea durabilă a solurilor poluate cu metale grele din zona Copșa Mică, Programul PNCDI-II, Nr. 31-022/2007” pentru *Miscanthus*).

Pot exista situații, cum este cea din cadrul câmpului experimental din Copșa Mică a Universității Lucian Blaga din Sibiu, în care unele parcele care sunt puternic poluate cu metale grele nu pot fi cultivate cu plante destinate consumului uman sau pentru furajere. În aceste condiții, una din soluții este cultivarea unor specii în scop energetic.

a) Porumb pentru bioetanol

Producțiile de porumb în zona Copșa Mică au fost satisfăcătoare în ultimii ani. Există însă și factori restrictivi, atât de natură socială (se fură porumb destul de mult, deoarece parcelele cu porumb sunt de multe izolate, fiind înconjurate de terenuri nelucrate), cât și ecologică (mistreții care sunt protejați prin lege, produc pagube importante).

Pentru moment, cultivarea porumbului pentru bioetanol nu este cea mai potrivită soluție pentru solele poluate. Din mai multe motive:

a) Nu este destul de profitabil. În luna septembrie 2011, prețul unei tone de porumb predată în curtea fabricii de bioetanol de la Zimnicea, este de 160 euro. Ținând seama și de costul transportului pe care trebuie să-l suporte fermierul, această soluție nu este una profitabilă.

b) Nu se rezolvă problema tulpinilor și a frunzelor care au conținut ridicat de metale grele.

Concluzii privind utilizarea porumbului pentru bioetanol pe parcelele poluate cu metale grele

Această soluție se poate aplica doar în situațiile în care fermierul află destul de târziu (după semănat), că recolta ar putea fi contaminată cu metale grele.

De exemplu, în raportul de anul trecut (http://metagro.cesec.ro/pdf/Raport_52-175_Etapa3_2010_Stiintific_final21Dec.pdf), partenerii de la ICPA au găsit în boabele de porumb analizate concentrații de 0,7-1,92 ppm Cd (limita admisibilă este de 0,2 ppm) și de 1,5-6,6 ppm Pb (limita admisibilă este de 1 ppm).

În mod evident, astfel de semințe nu pot fi folosite în siguranță. Pentru a nu pierde recolta, o soluție de criză ar fi utilizarea boabelor pentru obținerea bioetanolului.

Rămâne însă problema metalelor grele din tulpini și frunze. În același raport sunt evidențiate valori de 9-14 ppm cadmiu și 49-135 ppm plumb în frunzele de porumb. În tulpini conținutul este mai mare la cadmiu (56-70 ppm) și mai mic la plumb (18-43 ppm).

b) Rapiță pentru biodiesel.

Rapița cultivată pentru biodiesel poate fi o soluție interesantă pentru zonele poluate cu metale grele. Anul acesta, în zona Copșa Mică, societatea SC PHARMAPLANT SRL Sibiu a obținut producții care au variat de la 3 la 4,5 t/ha. În satul Agârbiciu (care intră în componența comunei Axente Sever), producția a fost de 3 t/ha.

Piroska Tunde Vesmas, tehnologul societății, ne-a dat descris principale elemente tehnologice care au condus la obținerea acestor performanțe de producție:

- fertilizare echilibrată: 150 kg N/ha, 30 kg P₂O₅ /ha, 30 kg K₂O/ha, 20 kg S/ha, 500 g bor/ha;
- protecția plantelor a fost asigurată prin:
 - două erbicidări împotriva samulastrei de grâu (planta premergătoare) și a buruienilor dicotile;
 - aplicarea unui fungicid;
 - fără insecticide în zona Agârbiciu (rapița a fost cultivată pentru prima dată în zonă și nu au existat dăunători);



Figura nr. Lan de rapiță de 3 t/ha

Concluzii privind utilizarea rapiței pentru biodiesel pe parcelele poluate cu metale grele

La nivel de parcelă, rapița pentru biodiesel poate fi o soluție pentru cultivarea solilor poluate cu metale grele, deoarece în zona Copșa Mică există condiții climatice favorabile, producțiile putând depăși 3 t/ha. Prețul recoltei este de asemenea ridicat, ceea ce ar face din rapiță o cultură profitabilă.

O problemă care ar putea apărea, pe lângă cea a resturilor vegetale care pot conține metale grele, este organizarea rotației. Conform unor informații (www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/e_text/ek1033.doc), orzul, ovăzul și secara se numără printre speciile care absorb cantități mici de cadmiu.

În aceste condiții, s-ar putea organiza o rotație acceptabilă, cel puțin pentru câteva cicluri de producție.

c) Camelină pentru biokerosen

De câteva luni s-a iscat o adevărată emulație în media privind un subiect despre biocombustibil pentru avioanele cu reacție obținut din camelină. Avioane de linie aparținând Liniilor Aeriene Japoneze și KLM, ca și sofisticatele avioane de vânătoare F18, au zburat cu un amestec de 50/50 kerosen și biocombustibil obținut din camelină. Tarom și Airbus au și ele planuri mari în acest domeniu.

De ce este importantă camelina pentru obținerea „biokerosenului”?

Deocamdată, sursele de biocombustibil pentru avioanele cu reacție sunt limitate. Se poate obține din camelină în zonele temperate, din *Jatropha curcas* (un arbust din familia *Euphorbiaceae*), în zonele tropicale (Brazilia, Asia), sau din alge (în bioreactoare, cu costuri foarte mari pentru moment).

Camelina sativa, familia *Cruciferae*, este o plantă de cultură foarte puțin răspândită în ultimii ani în România (mai ales în cultură ecologică), deși era cunoscută și de către daci. La Sucidava (Corabia, județul Olt), s-au găsit evidențe arheologice despre cultivarea camelinei (cca. 2200 înainte de Hristos). Acum, poate fi menționată mult mai des ca o buruiană în multe sole din Europa.

Dacă politicile energetice ale UE o vor cere și prețul de cost va permite, companiile aeriene ar putea avea nevoie de producția de pe cel puțin 300.000 ha semănate cu camelină în România. Este fezabil acest lucru? Cercetători irlandezi au arătat că în unele regiuni, costurile de producție la camelină sunt mai mici decât la rapiță. Într-adevăr, principalul atu al camelinei este faptul se pot obține semințe cu input-uri scăzute. Iar uneori, în contextul unor anumite politici economice, acest lucru contează foarte mult. De aceea, camelină a devenit o opțiune interesantă pentru Statele Unite. Iată în ce condiții. Comparativ cu kerosenul clasic, biocombustibilul pentru avioanele cu reacție obținut din uleiul de camelină reduce emisiile de bioxid de carbon cu valori cuprinse între 67-75%. Opinia publică este îngrijorată însă de faptul că o parte din aceste câștiguri ecologice sunt plătite prea scump, prin reducerea suprafeței alocate producerii de hrană. În plus, bilanțul bioxidului de carbon la utilizarea

biocombustibilului se modifică în cazul în care camelina se cultivă pe terenuri cărora li s-a schimbat destinația (acest lucru este foarte evident în cazul biocombustibilului obținut din uleiul de palmier produs pe plantațiile care au înlocuit pădurile).

Pentru a evita acest lucru, s-a propus ca în Statele Unite, unele culturi de camelină să ocupe solele rămase necultivate, incluse în sistemul de cultură al grâului. De exemplu, în statul Montana sunt 2600 de fermieri care se consideră cultivatori de grâu. Pe aproximativ 1000 ha (72% din suprafața fermei), cultivă grâu în cultură repetată. Pe restul suprafeței (28%), seamănă alte specii sau lasă terenul necultivat timp de un an, pentru refacerea fertilității și umidității solului. În zonele secetoase din Montana umiditatea solului este chiar o problemă, deoarece cantitatea de precipitații care cade în cursul anului este mică (250- 380 mm). S-a demonstrat însă experimental că dacă se cultivă camelina pe solele planificate să rămână necultivate, dar întreținute, se obțin câteva avantaje considerabile: umiditatea solului după recoltarea camelinei crește, profilul nutrienților se îmbunătățește, se întrerupe ciclul bolilor și dăunătorilor și se obține o producție suplimentară de camelină. Camelina mai poate fi cultivată pe soluri slab fertile, cu importanță economică scăzută.

În Statele Unite, camelina poate fi cultivată pe o suprafață de aproximativ 2 milioane de hectare, fără a se reduce din suprafața destinată producției de alimente.

În majoritatea cazurilor, producțiile actuale de camelină sunt sub 2 t/ha. Un program ambițios de ameliorare și de inovare tehnologică început în 2006 în Statele Unite și Canada a determinat sporuri de producție de 33%. Până în 2016, se așteaptă ca producția medie să fie de 3-3,5 t/ha.

După ce am văzut ce fac americanii, să vedem de unde pornim noi. În România, în ultimii ani camelina a fost cultivată mai ales în sistem ecologic. Ceea ce ne oferă o imagine destul de clară despre ceea ce s-ar putea realiza prin extinderea camelinei într-un sistem de input-uri reduse. În anul 2006, cercetătorii de la INCDA Fundulea au publicat o lucrare despre experiențe efectuate cu camelina în sistem ecologic. Producțiile au variat între 519 și 603 kg/ha, iar procentul de extragere a uleiului la rece (așa cum trebuie făcut pentru obținerea biocombustibililor), a fost de 10-15%, dintr-un total de 32,59%. Să menționăm că majoritatea surselor bibliografice indică un procent de ulei cuprins între 30-40%.

La Stupina, județul Constanța, împreună cu dl. Nicolae Alexe, un specialist dedicat sistemului ecologic, am efectuat câteva experiențe privind tehnologia de cultură. Cu cheltuieli materiale mici (570 lei/ha în 2010), am „obținut” producții de 1500 kg/ha în 2009 (am recoltat manual 4 repetiții de 10 mp, din porțiunile fără buruieni) și de 720 kg/ha în 2010 (recoltare cu combina).

Pentru experiența de la Copșa Mică am adaptat câteva secvențe tehnologice americane. Ceea ce trebuie să rețină eventualii cultivatori de camelină, este faptul că elementele tehnologice pe care le întâlnesc în literatura de specialitate, trebuie adaptate la condițiile din România. De exemplu, chiar dacă în unele părți camelina se poate semăna prin împrăștiere, pe terenul înghețat, în lunile noiembrie-decembrie, plantele urmând să răsără în primăvară, această nu este o soluție pentru condițiile din România. Am încercat-o și noi la Stupina: plantele rezultate din semințele semănate prin împrăștiere în luna octombrie nu au rezistat la ger, spre deosebire de cele rezultate din semințe încorporate, la care pierderile au fost de 50%.

În continuare prezentăm tehnologia pe care am aplicat-o noi la Copșa Mică, pe o suprafață de 5000 mp.

Zonarea. Ca și rapița, camelina crește foarte bine în zonele răcoroase. Solurile argiloase, care formează crustă, pot constitui o problemă serioasă pentru răsărire. La Copșa Mică au răsărit aproximativ jumătate din semințele semănate.

Pregătirea patului germinativ este lucrarea de care depinde reușita culturii. Camelina se poate semăna în teren lucrat, sau nelucrat. Noi am ales varianta arat, discuit de două ori, lucrat cu combinatorul și tăvălugit.

Semănatul. Trebuie să se țină seama de efectul rezidual al diferitelor substanțe active din erbicidele aplicate la cultura premergătoare. Ca și în cazul rapiței, o altă cruciferă sensibilă la efectul erbicidelor din rotație, camelina este sensibilă la efectul remanent al unor erbicide sulfonil ureice. De la aplicarea produselor pe bază de 2,4 D trebuie să treacă un an. Din păcate, nu dispunem încă de lista de substanțe active la care camelina este sensibilă.

Semănatul poate fi făcut toamna, în luna septembrie-octombrie, sau în primăvară (martie-aprilie). Ca și rapița, este sensibilă la ger în primele fenofaze. Poate fi cultivată și ca o cultură dublă. Noi am semănat în 2 aprilie.

Semințele trebui să fie puse în sol la 1-2 cm adâncime, de preferat ca cele mai multe să fie în stratul 0-0,5 cm.

Norma de semănat variază în limite destul de largi, de la 3,5 la 7 kg/ha, uneori chiar mai mult, în funcție de metoda de semănat, calitățile biologice ale seminței, pregătirea patului germinativ etc. La recoltare trebuie să fie în jur de 220-250 pl./mp. Pentru aceasta, se seamănă un număr mult mai mare de semințe (MMB variază în limite foarte largi, de la 0,6 la 1,5 g, sau chiar mai mult). Densitatea la semănat a fost de 500 b.g./mp.

Dacă nu este posibil să se încorporeze sămânța, se poate semăna prin împrăștiere. În acest caz, trebuie folosit un tăvălug greu, pentru a asigura un contact ferm al seminței cu solul. Semințele de camelină nu germinează dacă nu sunt în contact ferm cu solul. De fapt, după semănat, solul trebuie să fie tăvălugit: fie de roțile de tasare ale semănătorilor moderne, fie printr-o lucrare specială, efectuată cu un tăvălug.

Fertilizarea. Există mai multe opinii, de la cerințele minimale, de 40 kg N/ha (deoarece unii susțin că nu reacționează la fertilizarea cu fosfor), până la „rețete” mai complexe, cum ar fi: 50-60 kg N /ha, 30-40 kg P₂O₅/ha, 40-50 kg K₂O /ha, 12-24 kg S/ha. În cazul când se fertilizează cu cantități mai mari de azot (75 kg N/ha), jumătate se aplică la semănat, restul în stadiul de 4 frunze. Noi am aplicat numai 50 kg N/ha.

Controlul buruienilor. Se credea că nu este nevoie de erbicidare când se seamănă devreme. Plantele de camelina au un efect alelopativ împotriva buruienilor. De fapt, există un singur erbicid omologat pe plan internațional de către BASF, dar numai împotriva gramineelor. Uneori se poate grăbi cultura.

Se pare că pentru România această regulă nu funcționează.

Controlul bolilor și dăunătorilor. Se pot întâlni aceeași dăunători ca în cazul rapiței. În acest caz, costurile de producție ar crește substanțial. Dintre boli, se pot întâlni putregaiul alb (*Sclerotinia*) și mana.

Recoltarea. Semințele se recoltează la 6 la 8% umiditate. Trebuie evitată păstrarea producției la umiditate mai mare de 8-9%, deoarece se pot produce incendii. Producția estimată a fost de 1050 kg/ha.

Concluzii privind utilizarea camelinei pentru biokerosen pe parcelele poluate cu metale grele

Camelina ar putea constitui o soluție pentru solurile poluate din zona Copșa Mică, din următoarele motive:

- este puțin pretențioasă față de climă și sol;
- se poate cultiva pe solurile degradate și sărace;
- se pot obține producții de 1 t/ha cu investiții minime;

Problema care trebuie rezolvată la semănatul camelinei pe terenurile care au fost mult timp necultivate este controlul buruienilor. Acesta se poate face mecanic sau cu ajutorul erbicidelor. Alegerea erbicidelor este dificilă în acest moment, deoarece nu sunt erbicide omologate pentru această specie.



Figura nr. Controlul buruienilor la camelină prin mijloace mecanice (grăpare)



Figura nr. Îmburuienare la capătul parcelei



Figura nr. Silicule de camelina ajunse la maturitate

Vom putea avea concluziile finale numai după ce vom avea date privind conținutul de cadmiu și plumb în producția secundară de camelină și în ulei.

d) *Miscanthus* pentru biomasă

Datorită coeficientului mic de acumulare în părțile aeriene, *Miscanthus* NU se poate folosi pentru fitoextracția metalelor grele din sol, prezentând fenomenul de fitoexcludere, dar acest fapt îi conferă o valoare suplimentară, putând fi folosit fără probleme pentru diverse aplicații.

Propunem o altă abordare, foarte nouă pe plan mondial, de lăsare deocamdată a metalelor grele acolo unde se află, în solurile agricole poluate, dar de cultivare a unor plante care NU acumulează aceste metale, valorificând astfel terenurile agricole.

Miscanthus sinensis x giganteus este un hibrid triploid cu 57 de cromozomi, obținut prin încrucișarea dintre o formă tetraploidă de *M. sacchariflorus* cu 76 cromozomi și o formă diploidă de *M. sinensis* cu 36 cromozomi (http://en.wikipedia.org/wiki/Miscanthus_giganteus).

Tulpinile recoltate de *Miscanthus* pot fi utilizate atât sub formă de combustibil pentru producerea directă de căldură, sau de curent electric și căldură, cât și pentru conversia acestuia în alte produse combustibile cum sunt biogazul, bioetanolul sau hidrogenul.

Miscanthus se pretează la cultivare în aproape toată România, cerințele pedoclimatice fiind similare cu cele ale porumbului.

Produce o cantitate mare de substanță uscată la hectar (15-20 t/ha), este o plantă perenă (poate ajunge până la 20 ani de exploatare), utilizează eficient apa și alte resurse și este rezistentă la boli și dăunători.

Are proprietăți de combustie excelente (din 10 kg de brichete se obțin 160 g de cenușă). Proprietățile de ardere sunt asemănătoare cu ale lignitului. De aceea, adausul de *Miscanthus* în proporție de 20-50% la lignit se poate face fără modificarea centralelor care funcționează cu cărbune. Brichetare costă aproximativ 20-30 euro/t.

Înființarea culturii costă destul de mult (1500-2000 euro/ha), deoarece prețul unui rizom este destul de ridicat. Densitatea de plantare este de 1 rizom/mp (1 m x 1 m). Se plantează în perioada aprilie – mai.

În primul an, rizomii (care se plantează la 8-10 cm adâncime), pot fi afectați de ger, de aceea, uneori se înregistrează pierderi în iernile mai aspre.

Recoltarea se poate face în lunile februarie-martie cu combine pentru furaje, sau, pe suprafețe mici, cu trimere echipate cu lamă, nu cu fir. Pierderile sunt însă destul de mari la recoltarea cu trimerul.

După tăierea tulpinilor cu trimerul, acestea trebuie mărunțite, iar apoi, pentru brichetare, se macină cu mori obișnuite pentru cereale.

Cultura de *Miscanthus* devine profitabilă din anul III. Producția de pe 1 ha poate asigura necesarul de căldură pentru două familii.

În general, conform experienței din țările europene, costurile de înființare a unei culturi (prelucrarea pământului, achiziționarea de rizomi, tractoare, semănătoare, protecția plantelor și costuri aferente manoperei) sunt de aproximativ 2000 - 2500 Euro pe hectar (<http://www.energiepflanzen.at/>).

Profitul brut este determinat de valoarea de vânzare și costurile de transport. Culturile de biomasă sunt, prin natura lor foarte voluminoase și costurile de transport au un efect asupra profitului (<http://www.energycropswales.co.uk/economics>)

Deoarece la ora actuală nu există o piață internațională coerentă, nu se pot face estimări pertinente privind eficiența economică a culturilor, dar situație este în curs de schimbare, astfel încât pe măsură ce vor apărea noi utilizări iar cererea va crește, profiturile vor fi pe măsură.

Primele rezultate arată că *Miscanthus sinensis x giganteus* se poate cultiva cu succes pe solurile poluate cu metale grele, iar proprietățile sale chimice și de combustie sunt excelente.

Definitivarea bazei de date cuprinzând principalele caracteristici tehnologice și economice ale tipurilor de ferme din regiunile studiate și realizarea unui inventar complet al tuturor utilizatorilor din zona Copșa Mică

Datele brute incluse în baza de date pot fi descărcate de la www.metagro.cesec.ro/pdf/baza_de_date_Halmajan_Anonimi.xls

Baza de date a fost realizată în Access prezentând următoarele tabele principale caracteristici economice ale fermelor din zona Copșa Mică, Sprafete cultivate și culturile din zonele analizate (date globale nedefalcate în această fază pe fiecare fermă), Tipurile de mașini agricole existente în zona (date globale nedefalcate în această fază pe fiecare fermă).

Baza de date cuprinde valorile UDE care reprezintă, conform informațiilor oferite de Agenția de Plăți pentru Dezvoltare Rurală și Pescuit (APDRP), dimensiunea economică a unei ferme. Valoarea unei unități de dimensiune economică (UDE) este de 1.200 de euro.

Tipurile de ferme care rezultă din clasificarea economică sunt următoarele

Subzistență - 1 UDE

Semi-subzistență - 1-8 UDE

Comerciale - mai mari de 8 UDE

Deoarece nu s-a obținut acordul fermierilor pentru publicarea numelui lor în baza de date, fermele au fost denumite de la F1 până la F111. O imagine a unui tabel al bazei de date este prezentată mai jos.

farm database	Village - Area	Farm name	UDE - cultures	UDE - farm animals	UDE - TOTAL	Type of farm	Address	total area (ha)	Cattle (nr)	sheep
1	Copsa Mica	F1	18.77966	0	18.8	agricultural		40.87		
2	Copsa Mica	F2	7.4455	14	21.4	mixed farm		31.06		700
3	Copsa Mica	F3	0.7177	0	0.7	agricultural		3.81		
4	Copsa Mica	F4	1.42438	0	1.4	agricultural		7.36		
5	Copsa Mica	F5	0.8262	0	0.8	agricultural		2.91		
6	Copsa Mica	F6	0.9073	0	0.9	agricultural		5.65		
7	Copsa Mica	F7	0.4139	0	0.4	agricultural		3.75		
8	Copsa Mica	F8	1.24684	0	1.2	agricultural		4.01		
9	Copsa Mica	F9	1.378	1.5	2.9	mixed farm		4.24	15	
10	Copsa Mica	F10	1.442	0	1.4	agricultural		7.88		
11	Copsa Mica	F11	1.615	0	1.6	agricultural		7.15		
12	Copsa Mica	F12	0.30996	0	0.3	agricultural		1.42		
13	Copsa Mica	F13	0.6607	0	0.7	agricultural		3.91		
14	Copsa Mica	F14	0.6111	0	0.6	agricultural		3.41		
15	Copsa Mica	F15	0.59175	0	0.6	agricultural		3.74		
16	AXENTE SEVER	F16	0.6784	0.696	1.4	mixed farm		2.56		
17	AXENTE SEVER	F17	0.7222	0.964	1.7	mixed farm		3.3	1	20
18	AXENTE SEVER	F18	0.5037	0.708	1.2	mixed farm		4.11		3
19	AXENTE SEVER	F19	0.5958	0.564	1.2	mixed farm		2.2		
20	AXENTE SEVER	F20	0.46526	1.108	1.6	mixed farm		2.62	2	
21	AXENTE SEVER	F21	1.50735	1.324	2.8	mixed farm		8.2		
22	AXENTE SEVER	F22	0.67714	1.157	1.8	mixed farm		6.51		
23	AXENTE SEVER	F23	1.1559	0.13	1.3	mixed farm		6.84		
24	AXENTE SEVER	F24	1.03966	0	1	agricultural		7.35		
25	AXENTE SEVER	F25	1.53395	1.08	2.6	mixed farm		7.56	4	4
26	AXENTE SEVER	F26	3.09436	0.208	3.3	mixed farm		14.16		2
27	AXENTE SEVER	F27	3.11184	0.168	3.3	mixed farm		16.66		
28	AXENTE SEVER	F28	3.75	0	3.8	agricultural		20		
29	AXENTE SEVER	F29	1.23724	2.501	3.7	mixed farm		12.38	8	
30	AXENTE SEVER	F30	1.84	3.527	5.4	mixed farm		16.11		24
31	AXENTE SEVER	F31	2.6975	5.307	8	mixed farm		42.95		230
32	AXENTE SEVER	F32	2.69275	3.638	6.3	mixed farm		41.42	2	80
33	AXENTE SEVER	F33	8.23194	4.722	13	mixed farm		78.47	27	5
34	AXENTE SEVER	F34	7.006	7.563	14.6	mixed farm		47.77		300

Baza de date se va putea dezvolta pe viitor prin defalcarea datelor globale pe fiecare ferma in parte. Baza de date a fost realizata in limba engleza si a fost conceputa astfel incat sa permita inserarea unor modelele simple de estimare a acumularii de metale grele la nivelul fiecarei ferme (in functie de tipul fermei) pornind de la presupunerea ca dieta animalelor este compusa strict din produsele vegetale ale aceleiasi ferme pentru fermele cu UDE total cuprins intre 0 si 8. Pentru fermele cu UDE mai mare de 8 in folosirea modelului pentru dieta trebuie estimata cantitatea de furaj care provine din alte zone si identificata concentratia de metale grele in aceste furaje.

Metodologie pentru cartarea distribuției metalelor în soluri agricole la scări relevante pentru managementul fermelor, Cartarea distribuției metalelor în solurile agrosistemelor din zona Copșa Mică folosind XRF de teren pentru validarea metodei de analiză multispectrală a distribuției metalelor în soluri

Cartarea solurilor în funcție de conținutul de metale, în special metale grele constituie documentația de bază pentru stabilirea măsurilor de protecție, ameliorare și folosire rațională a solurilor .

Obiectivele studiilor de cartare sunt:

- identificarea și cartarea solurilor poluate cu metale grele din agrosistemele din România;
- cartarea metalelor din solurile agrosistemelor;
- identificarea modului de folosire optimă a terenurilor.

În cartarea solurilor trebuie avut în vedere că solul ca obiect de cercetare are anumite particularități: el poate fi studiat numai prin prelevare de probe, care vor fi analizate în laborator sau măsurători in-situ cu instrumente moderne portabile.

În elaborarea hărților s-a admis că limitele trasate între două unități de sol vecine cu conținut diferit de metale sau/și metale grele sunt linii convenționale care reprezintă, de fapt zona de tranziție între cele două soluri adiacente , tranziție care, în natură, în foarte multe cazuri nu se realizează brusc.

Culegerea datelor privitoare la sol și facturii naturale în punctele de observație alese se referă la aceleași elemente și se face la același nivel indiferent de scara de lucru, deosebirea dintre studiile și hărțile la diferite scări fiind determinată de numărul punctelor de observație și de diferența de precizie a elementelor cartografice consemnate pe hartă.

În elaborarea studiilor putem distinge două faze: unul de caracterizare și sistematizare a datelor de bază (hărți, informații privind eventuala sursă de poluare, clima, curenții de aer) și alta de interpretarea și evaluarea datelor în diferite scopuri. De obicei, beneficiarul este interesat numai de etapa a doua.

Realizarea studiilor de cartare cuprinde mai multe faze:

- Faza pregătitoare de birou: se realizează documentarea tehnică, se stabilesc în funcție de scopul și scara de cercetare, programul și metoda de lucru;
- Faza de teren cuprinde: identificarea punctelor de recoltare sau de măsurare, înregistrarea datelor sau/și prelevarea probelor;
- În faza de laborator se efectuează analiza probelor recoltate;
- În faza finală (de birou) se sistematizează datele de teren se prelucrează și se interpretează întregul material obținut în teren și laborator sub formă de grafice și hărți.

În funcție de scara hărții, studiile pot fi:

-Studii la scară mică (1:250.000 și mai mici)- hărțile elaborate la această scară se referă la teritoriul întreg al țării;

-Studii la scară mijlocie (1:200.000-1:50.000)- hărțile elaborate se referă la nivel județean sau la unități naturale mari;

-Studii la scară mare (1:25.000-1:5.000)- redau situațiile solului pentru teritorii relativ restrânse ca întindere. Hărțile cu această scară redau grafic unitățile de sol cu suprafață mică, pun în evidență diferențele calitative dintre terenuri.

-Studiul detaliat se referă la hărți cu scară mai mare decât 1:5.000. Aceste studii permit realizarea hărților în detaliu, și se utilizează hărți cu curbe de nivel.

Alegerea scării de cartare se face în funcție de scopul cartării și de comanda beneficiarului.

În cazul evaluării distribuției metalelor în soluri agricole, considerăm că trebuie utilizate hărțile la scara mare (1:25.000-1:5.000), care pot da informații suficient de bune asupra situației reale din teren.

Prezentăm succint fazele studiului pentru cartarea solurilor.

II.1. FAZA PREGĂTITOARE

II.1.1 Stabilirea tematicii studiului

După fixarea perimetrului ce urmează a fi studiat, se vor stabili metodele de lucru în funcție de scopul studiului și de cerințele beneficiarului. Se va face delimitarea geografică a perimetrului de cercetat. Scara la care se execută cartarea este stabilită inițial sau cu beneficiarul, în funcție de scopul cartării și de gradul de complexitate a reliefului.

II.1.2. Pregătirea bazei topografice și a aerofotogramelor

La elaborarea hărților de sol, se folosesc, drept bază, hărțile topografice, planurile cadastrale și fotogramele.

Hărțile topografice constituie meteriale absolut necesare pentru efectuarea cartărilor.

Pentru ca baza topografică să poată fi folosită cu eficiență la cartare, ea trebuie să îndeplinească anumite condiții:

- Scara bazei topografice să corespundă cu scara hărților de soluri care se întocmesc sau să fie de două ori mai mare decât scara hărții, dar în nici un caz mai mică;
- Să conțină și nivelmetrul, condiție absolut necesară pentru executarea unor lucrări de calitate bună;
- Să fie recentă sau actualizată.

În cazul cercetărilor la scări mari, în lipsa hărților topografice pot fi folosite planurile cadastrale.

Un material suplimentar utilizat pe lângă hărțile topografice și planurile cadastrale sunt fotogramele.

Pe baza acestor documente se face interpretarea preliminară a regiunii sau a sectorului ce urmează a fi cercetat. În funcție de interpretarea preliminară se aleg traseele și se stabilesc punctele cheie care urmează a fi studiate pe teren.

II.1.3. Documentarea

În activitatea de pregătire a cartării o importanță deosebită trebuie acordată culegerii, prelucrării și sistematizării materialului documentar referitor la regiunea ce urmează a fi studiată. Se vor studia toate materialele ce se referă la regiunea de cercetat, materialele care se referă la măsurile de ameliorare aplicate, la folosirea îngrășămintelor, la recoltele obținute. Se va stabili dacă în zonă există o sursă de poluare cu metale grele.

De asemenea se vor prelucra și sistematiza materialele referitoare la condițiile naturale ale regiunii (hidrologie și hidrografie, vegetația naturală, clima, utilizarea terenului, direcția predominantă a vântului). Este indicat ca sistematizarea materialelor studiate să se facă la scara la care urmează să se efectueze studiul.

II.1.4. Stabilirea planului inițial de lucru.

Activitatea de documentare se va concretiza într-un plan de lucru care va cuprinde următoarele puncte:

- localizarea geografică a sectorului, suprafața de cercetat,
- obiectivul și scopul lucrării, metoda de lucru, scara de lucru;
- numărul punctelor care vor fi cercetate și a celor din care vor fi recoltate probe pentru analiza de laborator;
- se vor stabili coordonatele punctelor care vor fi cercetate și principalele căi de acces;

Planul de lucru poate suferi modificări pe parcursul desfășurării lucrărilor, în funcție de situațiile nou-intervenite.

II.2. FAZA DE TEREN

II.2.1. Densitatea probelor de sol

Numărul punctelor ce vor fi studiate pe teren într-un anumit perimetru se stabilesc în funcție de complexitatea terenului și de scara hărții de lucru

II.2.1.1. Categoriile de complexitate a terenurilor

Categoria I

Regiuni naturale cu relief de șes, foarte slab fragmentat, cu soluri puțin variate, fără vegetație forestieră sau cu păduri acoperind <20% din suprafață.

Categoria II

Regiuni de șes fragmentate, străbătute de râuri, viroage și văi puțin adânci, elemente de relief puțin diferențiate, cu soluri puțin variate, neacoperite de păduri.

Regiuni de categoria a I-a acoperite de păduri

Categoria III

Regiuni de dealuri joase și orice alte regiuni fără păduri, cu relief fragmentat și ondulat.

Regiuni de categoria a-II- acoperite cu păduri

Categoria IV

Regiuni accidentate de dealuri înalte și submontane, delte și lunci relativ puțin variate, cu păduri și stufărișuri pe mai puțin de 20% din suprafață.

Regiuni de categoria a III-a, acoperite de păduri.

Categoria V

Regiuni montane, regiuni cu mlaștini în proporție de peste 40% , delte și lunci relativ puțin variate, cu păduri și stufărișuri pe mai puțin de 20% din suprafață.

Regiuni de categoria a IV-a acoperite cu păduri pe mai mult de 20% din suprafață

II.2.1.2. Densitatea punctelor care vor fi studiate depinde indirect de tipul de studiu.

Se consideră că asigurarea preciziei corespunzătoare fiecărei scări de lucru la cele cinci categorii de complexitate se poate realiza prin stabilirea numărului de puncte la 100 ha, conform tabelului 1.

Tabelu II.1. Numărul minim de puncte la 100 ha

Categoria de complexitate	Scara hărții de lucru						
	1:100.000	1:50.000	1:25.000	1:20.000	1:10.000	1:5.000	1:2.000
Categoria I	0,2	0,6	1,2	1,5	3,7	3,0	11,9
Categoria II	0,3	0,7	1,4	1,8	4,5	6,1	14,3
Categoria III	0,4	0,8	1,6	2,1	5,6	7,5	19,2
Categoria IV	0,5	1,0	2,1	2,7	7,5	10,0	23,6
Categoria V	0,6	1,8	3,5	4,2	11,2	14,8	36,0

Pe baza acestor date, considerăm că pentru cartarea distribuției metalelor din agrosisteme se va utiliza scara mare de 1:25.000-1:5.000.

Categoria de teren pentru agrosisteme este Categoria II și III, deci pentru realizarea unei hărți la scara de 1:5.000, se vor stabili 6-7 puncte de studiu la 100 ha.

La deplasarea pe teren se vor localiza punctele alese cu ajutorul unui GPS. După localizarea punctului se vor efectua măsurătorile cu aparatul portabil XRF. Cartea de utilizare a aparatului indică două metode de a efectua măsurătorile:

1. Direct pe sol- se vor îndepărta resturile vegetale, deșeurile, pietrele, solul va fi ușor afânat la câțva centimetri și ușor amestecat pentru omogenizare, se va așeza o folie de plastic pe sol și se fac măsurătorile cu aparatul portabil
2. După curățirea locului, din partea de sol afânat se va recolta probă într-o pungă de plastic și măsurătorile vor fi efectuate pe această probă.

La fiecare punct localizat cu GPS se fac mai multe măsurători, recomandăm : 10 măsurători.

II.2.2 Recoltarea probelor de sol

Numărul probelor de sol care se recoltează din perimetrul studiat depinde de scara hărții și de categoria de complexitate. Numărul acestora, la 100 ha este indicat în tabelul 2.

Tabelul II.2. Numărul probelor recoltate, la 100 ha, pentru analize de laborator

Categoria de complexitate	Scara hărții de lucru						
	1:100.00	1:50.00	1:25.00	1:20.00	1:10.00	1:5.00	1:2.00
	0	0	0	0	0	0	0
Categoria I	0,04	0,05	0,10	0,12	0,20	0,40	1,00
Categoria II	0,05	0,06	0,12	0,15	0,30	0,60	1,50
Categoria III	0,06	0,08	0,15	0,20	0,40	0,80	2,00
Categoria IV	0,08	0,10	0,20	0,30	0,60	1,20	3,00
Categoria V	0,10	0,15	0,30	0,40	0,80	1,60	4,00

Numărul de puncte din care se vor recolta probe de sol pentru analize de laborator va fi de 4-5 la 100 ha.

După localizarea punctului cu ajutorul GPS-ului după măsurătorile efectuate cu aparatul portabil XRF se vor recolta probe. Din fiecare punct de măsurare se iau probe, care vor fi omogenizate și reduse cantitativ prin metoda sferturilor.

În teren se fac observații asupra culturilor (tipul culturii, stadiul de vegetație, etc)

II.3. FAZA DE LABORATOR

II.3.1. Pregătirea probelor de sol

Probele de sol recoltate din punctele stabilite, vor fi uscate, mojarate și sitate pe sita de 200 μ m.

II.3.2. Analize de laborator

Probele rezultate vor fi măsurate cu aparatul portabil de XRF și vor fi analizate chimic, prin metode convenționale, conform cu normele în vigoare, pentru determinarea conținutului de metale.

II.4. FAZA DE PRELUCRARE ȘI SINTEZA A DATELOR

Pe baza datelor obținute (date de la măsurătorile XRF și analizele de laborator) vor fi stabilite curbele de corelare dintre cele două metode de analiză. Se va stabili că, rezultatele măsurătorilor cu aparatul portabil XRF sunt calitative sau pot fi considerate cantitative.

II.4.1. Elaborarea hărților de sol

Pe baza rezultatelor măsurătorilor cu aparatul portabil XRF se vor reprezenta conținuturile de metale din agrosistemele studiate.

Legenda va fi stabilită în funcție de concentrația metalelor, după care vor fi realizate hărțile

Hărțile de soluri sunt transpuse pe o bază topografică. Baza topografică va cuprinde : rețeaua hidrografică, rețeaua de drumuri, localități, pentru o mai bună orientare.

După realizarea bazei topografice se va trece la transpunerea hărților de soluri

Bibliografie

1. N.Florea, V.Balaceanu, C.Raita, A. Canarache: Metodologia elaborării studiilor pedologice, Partea I-Colectarea și sistematizarea datelor pedologice, București 1987, ICPA
2. Manual de utilizare X- MET 3000 TXS
3. EPA 6200 Method for XRF

I. LUCRARI EFECTUATE

III.1. Prezentarea instrumentului X-MET

Prezentăm în tabelul III.1 specificațiile tehnice ale instrumentului portabil Oxford X-Met 3000 TX, produs de firma Oxford Instruments Analytical Ltd., Finlanda

Tabelul III.1

Greutatea	1.8kg
Dimensiuni	Operare manuală
Sursa de excitare	Tub de raze X miniatural; 40kV, 40 micro amperi, programabil
Detector	Dioda Si-PiN
Domeniul elementelor	De la titan la uraniu
Monitor	Color TFT 320x240 pixels.
Memorie	64 MB. Păstrează minimum 15000 spectre și un număr nelimitat de rezultate
Baterie	2 baterii cu ioni de litiu
Încărcător/AC Adaptor	110/220 V. AC, 45 – 65 Hz
Mediul de operare	Temperatură de la -10 ⁰ C până la +50 ⁰ C
Elemente de siguranță	Senzor IR Lumini de siguranță în operare Scut de siguranță pentru părți mici
Softul utilizat	Windows CE
Date de transfer	USB sau Bluetooth fără fir prin

Instrumentul poate fi utilizat pentru detectarea unui număr mare de elemente în sol, sedimente și alte materiale solide. El poate analiza practic elementele din tabelul periodic de la

potasiu la uraniu în serii de câte 25 simultan. Metoda XRF nu este distructivă, probele analizate XRF putând fi trimise la laborator pentru confirmarea rezultatelor. Ea face parte din categoria „metodelor de câmp”, metode rapide, necostisitoare, capabile să sprijine luarea rapidă a deciziilor și să contribuie la reducerea costului proiectului de remediere

Instrumentele portabile XRF câștigă tot mai mult teren dar trebuie menționat faptul că, calitatea datelor obținute de aceste instrumente în câmp depinde de o numeroși parametri; pentru asigurarea calității rezultatelor este necesar ca minimum 5% din totalul probelor analizate XRF să fie trimise la laborator pentru confirmarea rezultatelor.

Prezentăm în figura 1 instrumentul X-MET, iar în figura 2 sunt ilustrate punctele indicate de coordonatorul proiectului pentru măsurători. Aceste puncte se situează de-a lungul văii râului Târnavă, în apropierea Combinatului din Copșa Mică.

III.2. Punctele analizate.

Coordonatele punctelor analizate cu ajutorul instrumentului portabil X-MET sunt prezentate în tabelul III.2.

Pentru o mai bună cunoaștere a sitului cercetat prezentăm câteva fotografii din zonă. În figura 3 se observă halda de steril și combinatul Copșa Mică iar în figurile următoare 4 – 7 sunt imagini din punctele 33, 36, 42, 10, 11 și 12. În cea mai mare parte punctele analizate sunt terenuri cultivate. De aici reiese importanța cunoașterii dimensiunii poluării solului, a poluanților prezenți, a concentrațiilor acestora, comparativ cu limitele admise în conformitate cu Legea Protecției Mediului.



Figura 1. Instrumentul portabil X-MET utilizat pentru măsurarea conținutului de metale din sol

Identificator punct	Coordonate STEREO 70		Coordonate geografice			
	X_s70	Y_s70	lat_dd	long_dd		
1	438522,434651	512717,186628	46,1116737564	24,2045719858	IMNR	1
2	438408,264419	513027,499535	46,1144556703	24,2030547063	IMNR	2
3	437719,657523	513129,207942	46,1153084356	24,1941321315		
4	437425,000000	513025,000000	46,1143438605	24,1903334943		
5	437122,316061	513126,549403	46,1152298176	24,1864039271	IMNR	3
6	437319,166455	512433,479384	46,1090116778	24,1890422129	IMNR	4
7	436825,000000	512725,541868	46,1115941508	24,1826104816	IMNR	5
8	436525,000000	512625,000000	46,1106616850	24,1787426965	IMNR	6
9	435125,000000	511725,000000	46,1024321018	24,1607535409		
10	434925,000000	512025,000000	46,1051124728	24,1581254526	IMNR	7
11	434622,354161	511912,791042	46,1040739485	24,1542259167	IMNR	8
12	434429,749809	511823,916264	46,1032558140	24,1517467299	IMNR	9
13	434525,000000	511325,000000	46,0987757315	24,1530475102		
14	435025,000000	511025,000000	46,0961240469	24,1595556488	IMNR	10
15	435025,000000	510825,000000	46,0943244574	24,1595829655	IMNR	11
16	434331,004450	510931,004450	46,0952119827	24,1505927058	IMNR	12
17	434021,943057	511522,762011	46,1005068187	24,1465133919	IMNR	13
18	433725,000000	511121,342976	46,0968661655	24,1427284596		
19	433825,000000	510727,947507	46,0933361099	24,1440765664		
20	433625,000000	510925,000000	46,0950897882	24,1414624725		
21	433319,814504	510625,000000	46,0923607228	24,1375574320		
22	433129,475979	511022,652574	46,0959201770	24,1350399348		
23	433025,000000	510725,000000	46,0932317029	24,1337305899		
24	433040,556488	511324,290482	46,0986255825	24,1338474259	IMNR	14
25	432230,895014	510325,000000	46,0895543101	24,1235174519		
26	432025,000000	510025,000000	46,0868345092	24,1208976566		
27	431621,342976	510620,524021	46,0921527244	24,1155922201	IMNR	15
28	432525,000000	509525,000000	46,0823850661	24,1274342660	IMNR	16
29	433026,419035	509434,661475	46,0816214856	24,1339305384	IMNR	17
30	431825,000000	509525,000000	46,0823156567	24,1183829919		
31	430529,475979	509525,928391	46,0821936614	24,1016312978		
32	429619,323859	509618,504905	46,0829336085	24,0898490949	IMNR	18
33	430320,524021	509127,947507	46,0785914307	24,0989877424	IMNR	19
34	430223,471528	508533,242440	46,0732304606	24,0978200611	IMNR	20
35	428425,000000	509725,000000	46,0837679001	24,0743899908		
36	428121,233539	509127,128553	46,0783565138	24,0705523917	IMNR	21
37	427928,766461	510427,347426	46,0900353696	24,0678670394	IMNR	22
38	427425,000000	510625,000000	46,0917605276	24,0613221730		
39	427125,818954	510722,871447	46,0926093352	24,0574380498		
40	426617,795388	511331,113887	46,0980278185	24,0507741630	IMNR	23
41	427036,189946	511716,757560	46,1015425188	24,0561264629	IMNR	24
42	426619,814504	512620,524021	46,1096297989	24,0506013095	IMNR	25
43	426121,833620	512321,124102	46,1068822439	24,0442056775		
44	425725,000000	512825,000000	46,1113729638	24,0389935607		
45	425825,000000	513025,000000	46,1131833621	24,0402560471	IMNR	26
46	426124,181046	513419,814504	46,1167681872	24,0440652991	IMNR	27
47	424625,000000	513825,000000	46,1202502006	24,0246043760	IMNR	28
48	424225,000000	514425,000000	46,1256045424	24,0193331030	IMNR	29
49	423525,000000	514425,000000	46,1255265510	24,0102749713		
50	434726,470588	510616,696065	46,0924217189	24,1557505820	IMNR	30

Tabelul III.2. Coordonatele punctelor de măsurare (30) ce au revenit IMNR



Figura 3. Halda de steril si combinatul de la Copșa Mică

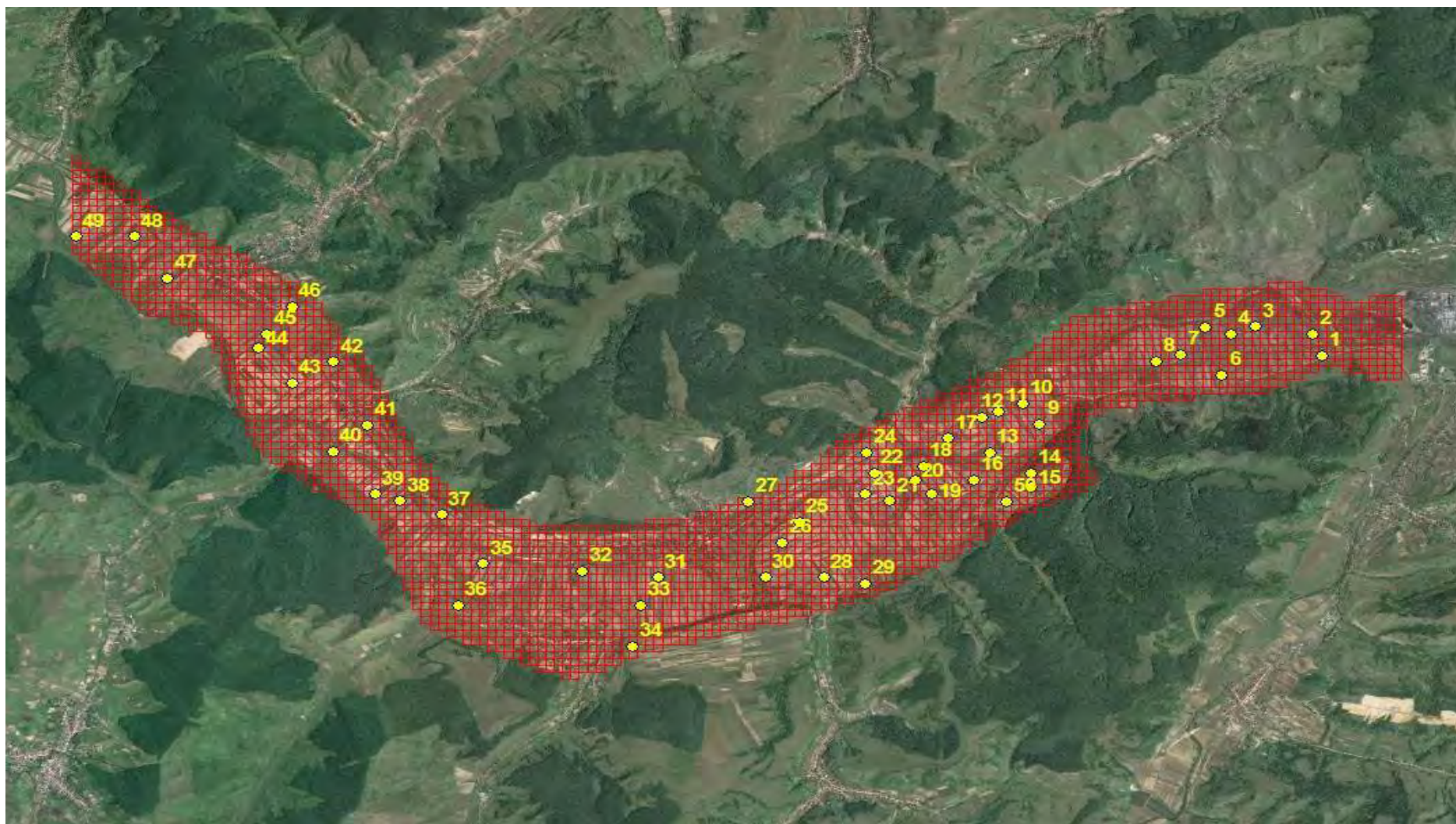


Figura 2. Puncte de măsurare a concentrației metalelor din sol din zona Copșa Mică

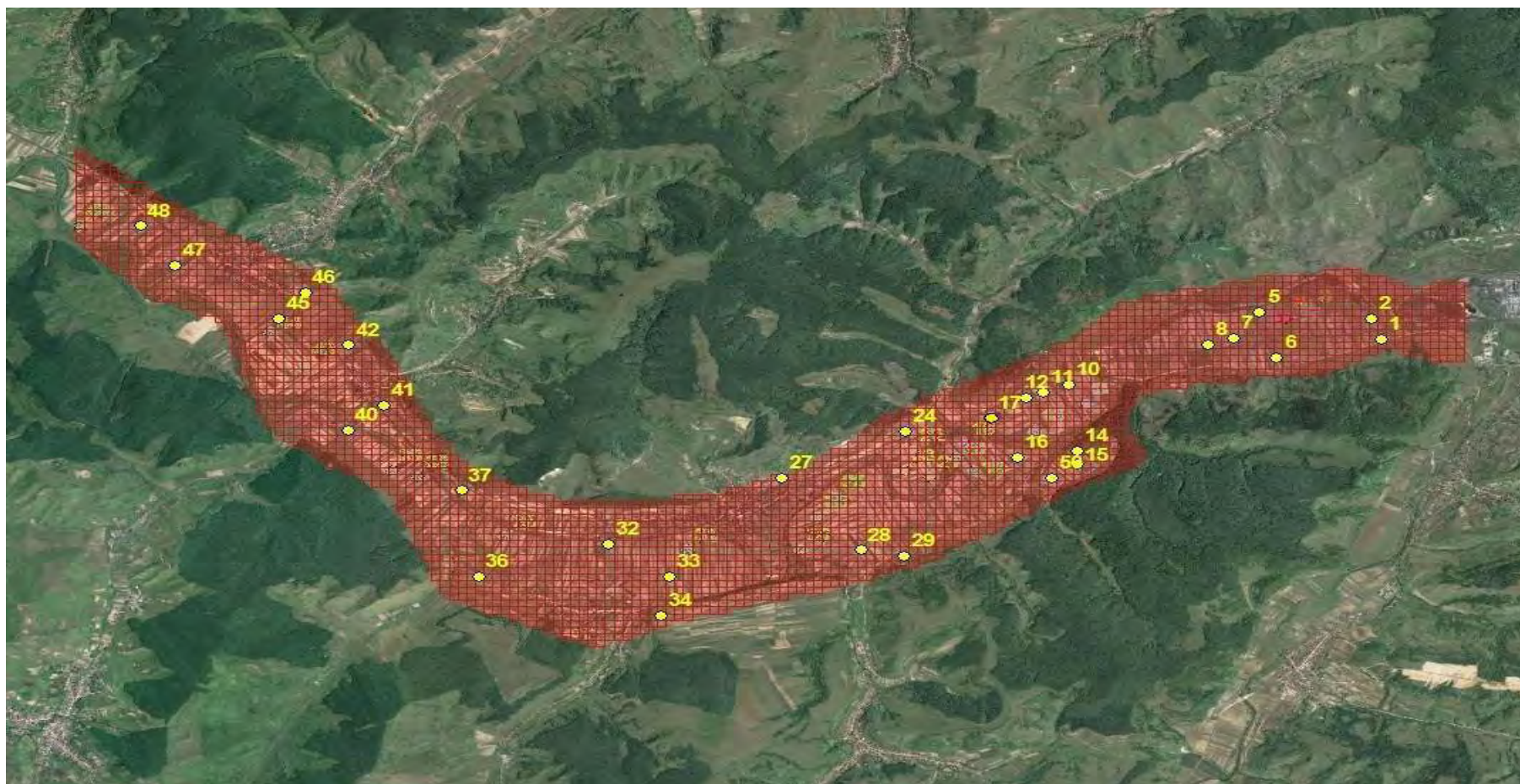


Figura 2.a Puncte de măsurare a concentrației metalelor din sol din zona Copșa Mică ce au revenit IMNR



Figura 4. Punctul 33



Figura 5. Punctul 36



Figura 6. Punctul 42



Figura 7. Zona punctelor 10,11,12

Prezentăm în continuare valorile de referință ale metalelor în sol în conformitate cu prevederile Legii protecției mediului nr.137/1995, a Ordinului 756/1997. Ordinul nr. 756/1997 al Ministerului apelor, pădurilor și protecției mediului, stabilește procedurile și normele tehnice privind identificarea prejudiciilor aduse mediului, în scopul determinării responsabilităților pentru remedierea acestora.

Dispozițiile referitoare la pragurile de alertă sunt următoarele:

a) pragurile de alertă avertizează autoritățile competente asupra existenței, într-o anumită situație, a unei poluări potențiale în aer, apă sau sol;

b) când concentrația unui sau mai multor poluanți depășește un prag de alertă, autoritățile competente pot dispune, dacă se consideră necesar, o monitorizare suplimentară asigurată de către titularii activităților potențial responsabile de poluare, fie prin sisteme proprii, fie prin unități specializate. În același timp, autoritățile competente vor solicita și vor urmări introducerea unor măsuri de reducere a concentrațiilor de poluanți din emisii/evacuări.

Prezentele reglementări privind poluarea solurilor se referă atât la folosința sensibilă, cât și la cea mai puțin sensibilă a terenurilor, identificate după cum urmează:

a) folosința sensibilă a terenurilor este reprezentată de utilizarea acestora pentru zone rezidențiale și de agrement, în scopuri agricole, ca arii protejate sau zone sanitare cu regim de restricții, precum și suprafețele de terenuri prevăzute pentru astfel de utilizări în viitor;

b) folosința mai puțin sensibilă a terenurilor include toate utilizările industriale și comerciale existente, precum și suprafețele de terenuri prevăzute pentru astfel de utilizări în viitor;

c) în cazul în care există incertitudini asupra încadrării unei folosințe de teren, se vor considera concentrațiile pragurilor de alertă și de intervenție pentru folosințele sensibile ale terenurilor.

Valori de referință pentru urme de elemente chimice în sol (mg/kg sol uscat) sunt prezentate în tabelul 3

Tabelul III.3. Valorile de referință pentru urme de elemente chimice în sol conform Ordinului 756/1997

Elementul	Valori normale	Praguri de alertă/Tipuri de folosință		Praguri de intervenție/Tipuri de folosință	
		sensibile	mai puțin sensibile	sensibile	mai puțin sensibile
Antimoniu (Sb)	5	12,5	20	20	40
Argint (Ag)	2	10	20	20	40
Arsen (As)	5	15	25	25	50
Bariu (Ba)	200	400	1.000	625	2.000
Beriliu (Be)	1	2	7,5	5	15
Bor solubil (B)	1	2	5	3	10
Cadmium (Cd)	1	3	5	5	10
Cobalt (Co)	15	30	100	50	250
Crom (Cr) total	30	100	300	300	600
Cupru (Cu)	20	100	250	200	500
Mangan (Mn)	900	1.500	2.000	2.500	4.000
Mercur (Hg)	0,1	1	4	2	10
Molibden (Mo)	2	5	15	10	40
Nichel (Ni)	20	75	200	150	500
Plumb (Pb)	20	50	250	100	1.000
Seleniu (Se)	1	3	10	5	20
Staniu (Sn)	20	35	100	50	300
Taliu (Tl)	0,1	0,5	2	2	5
Vanadiu (V)	50	100	200	200	400
Zinc (Zn)	100	300	700	600	1.500

III.3. Măsurătorile efectuate pe sol

X- MET 3000 TXS fiind un aparat portabil, poate fi utilizat la măsurarea metalelor grele din sol. Măsurătorile se pot efectua atât în câmp (măsurători directe pe sol sau pe probe de sol ambalate în pungi de plastic, pentru protecția aparatului), cât și în laborator (pe probe prelucrate în prealabil). Măsurătorile în câmp oferă o primă informație asupra punctelor de recoltare a probelor, reducând astfel numărul acestora și o primă informație asupra zonelor înalt poluate. Fiind o metodă nedistructivă, orice probă măsurată XRF poate fi ulterior analizată în laborator. În cazul analizei XRF proba are un rol deosebit de important în calitatea rezultatelor analizei, în special în cazul analizelor de sol, datorită complexității acestuia; de aceea, recoltarea și pregătirea probelor de sol au o importanță deosebită.

Aparatul X-MET poate fi utilizat la determinarea profilului sitului contaminat, în vederea localizării punctelor de recoltare a probelor, localizând rapid valorile mari ale concentrației metalelor grele.

Măsurarea în câmp se poate face în 2 moduri:

- direct pe sol;
- pe probe de sol recoltate din câmp și introduse în pungi de plastic.

În măsurătorile efectuate direct pe sol nu sunt necesare pregătiri speciale, astfel pot fi obținute rezultate rapide. Dar, pentru îmbunătățirea acurateții măsurătorilor se recomandă o prelucrare minimă a probelor care constă în eliminarea deșeurilor, resturilor vegetale, pietrelor de pe suprafața solului. Se recomandă săparea solului la adâncimea de câțiva cm, și amestecarea solului pentru omogenizare.

Pentru a reduce influența pământului reavăn se poate lăsa proba la uscat câteva ore în aer sau se poate recolta proba și introduce într-o pungă de plastic, după care se analizează XRF.

Timpul de măsurare recomandat în câmp variază între 15 – 300 secunde, în funcție de precizia dorită; practic am constatat că timpul de măsurare optim depinde de mai mulți factori: natura metalului prezent, de concentrația acestuia, de anumite interferențe.

Pentru măsurarea concentrației metalelor grele în punctele indicate de coordonator s-a procedat astfel:

În jurul fiecărui punct indicat de coordonator s-au făcut 10 măsurători. Pentru măsurare, solul a fost curățat de resturi vegetale, pietre și alte deșeuri; pe suprafața astfel curățată s-a făcut măsurarea printr-o folie de plastic, pentru protejarea instrumentului analitic.

Timpul de analiză a fost de 60 secunde. Au fost depistate 6 metale prezente; datele obținute sunt prezentate în tabelele 4 – 9.

Pentru determinarea „calității” rezultatelor instrumentului X-MET, au fost analizate în laborator 5% din totalul probelor analizate în câmp, așa cum prevăd recomandările USEPA. Au fost trasate curbele de corelare din care au rezultat factorii de corelare, figurile 8 – 13.

Prezentăm în continuare semnificația și formula de calcul pentru mărimile calculate, trecute în ultimele coloane ale tabelelor 4 – 9.

Astfel:

Media (m) este valoarea numerică obținută prin împărțirea sumei valorilor unei serii de măsurători identice la numărul rezultatelor individuale din acea serie. Aceeași semnificație o are „media aritmetică”.

$$m = \frac{\sum M_n}{n}$$

Unde: m – media

M – măsurătoarea individuală

n - numărul total de măsurători

Mediana (m) este valoarea față de care toate celelalte măsurători sunt distribuite în mod egal. Media și mediana pot avea sau nu aceeași valoare.

Abaterea medie $\bar{d}$ este media abaterilor de la media aritmetică, fără a ține seama de semn. Ea se calculează cu relația:

$$\bar{d} = \frac{\sum |M_n - m|}{n}$$

Unde: $|M_n - m|$ - este valoarea absolută a abaterii numărului M_n față de media aritmetică.

Abaterea standard, s poate fi obținută din abaterile de la media aritmetică cu ajutorul relației:

$$s = \left[\frac{1}{n-1} \sum (M_n - m)^2 \right]^{1/2}$$

Abaterea standard este preferată abaterii medii deoarece este interpretabilă statistic.

Abaterea standard relativă procentuală (ASR), se calculează cu următoarea formulă:

$$ASR = \frac{s}{m} * 100$$

Unde: s - este abaterea standard

M - este valoarea medie

Pentru măsurătorile XRF datele măsurate sunt suficient de precise dacă ASR nu depășește 20%.

În tabelul 3 sunt prezentate coordonatele celor 30 de puncte în jurul cărora s-au făcut măsurătorile, în total 300 de analize.

În tabelul III.4 sunt trecute rezultatele analizei XRF pentru plumb. Se remarcă spectrul larg în care sunt distribuite valorile medii ale concentrației plumbului în solul din zona studiată, 68 – 737 mg/kg sol, în majoritatea punctelor fiind depășite atât pragul de alertă cât și pragul de intervenție pentru zone sensibile.

În tabelul III.5 sunt trecute rezultatele obținute în determinarea cuprului. Aici trebuie să remarcăm concentrațiile foarte scăzute, cuprinse între 6-33 mg/kg sol, cantități ce se înscriu în fondul natural al solului nefiind atins vreun prag de alertă.

În tabelul III.6 sunt trecute rezultatele analizelor de zinc. Concentrațiile zincului în probele de sol măsurate sunt cuprinse în domeniul 126 – 1130 mg/kg sol. În toate cele 300 subpuncte măsurate concentrația zincului depășește fondul normal al solului, 100 mg/kg sol. În 14/30 puncte concentrația zincului depășește pragul de alertă pentru zone sensibile (300 mg/kg sol). În 8/30 puncte concentrația zincului depășește pragul de alertă pentru suprafețe mai puțin sensibile (peste 700 mg/kg sol), iar în 10/30 puncte concentrația zincului depășește pragul de intervenție pentru zone sensibile (peste 600 mg/kg sol).

În tabelul III.7 sunt prezentate rezultatele obținute pentru concentrația fierului din probele măsurate. Concentrația fierului este cuprinsă între 13295 – 25528 mg/kg sol. Fierul nu se regăsește trecut în lista metalelor toxice din sol.

În tabelul III.8 sunt trecute rezultatele analizei XRF pentru mangan. Concentrația manganului în probele de sol măsurate XRF este cuprinsă în limitele 217 – 529 mg/kg sol, concentrații ce se găsesc sub valoarea concentrației de mangan normală a solului.

În tabelul III.9 sunt date rezultatele obținute la analiza XRF a cromului. Concentrația cromului astfel măsurată este cuprinsă între 0 – 81 mg/kg sol. În 5/30 puncte concentrația cromului total depășește valoarea normală a cromului în sol (30 mg/kg sol), dar nu este atins pragul de alertă nici pentru folosințe sensibile (100 mg Cr/kg sol).

Pentru verificarea „calității” rezultatelor analizei XRF au fost recoltate probe de sol din 16 puncte, reprezentând 5% din totalul probelor analizate XRF. Probele au fost prelucrate prin: uscare, mojarare, trecere prin sita de 0,2mm, după care au fost măsurate XRF și apoi analizate în laborator prin spectroscopia cu absorbție atomică.

Au fost apoi trasate curbele de corelare dintre rezultatele XRF și rezultatele analizei de laborator, atât pentru probele citite în câmp cât și la probele prelucrate.

Din curbele de corelare au fost determinați factorii de corelare.

În figurile 8 a și b sunt prezentate curbele de corelare pentru plumb, dintre măsurătorile XRF pe probe de sol prelucrate și analizele de laborator și măsurătorile XRF pe sol (in – situ) și analizele de laborator, respectiv.

Factorii de corelare determinați din curbele de corelare au valorile de 0,909 și 1,077, respectiv; aceste valori arată că măsurătorile XRF efectuate constituie rezultate cantitative, deci pot fi luate în considerație în vederea stabilirii unor măsuri de remediere a solului poluat.

În ceea ce privește măsurarea XRF in situ a concentrației cuprului se constată următoarele: există diferențe foarte mari între aceste măsurători și rezultatele obținute în laborator. Această necorelare nu mai apare la măsurarea XRF a probelor prelucrate. Pentru a găsi o explicație a acestei necorelări am determinat în laborator umiditatea probelor de sol pe care s-au făcut măsurătorile în câmp. În toate probele analizate umiditatea a fost cuprinsă în limitele 11,5 – 12,6%. Conform recomandărilor utilizării instrumentului X-MET se specifică faptul că umiditatea probei măsurate influențează rezultatul aparatului dacă valoarea ei depășește 10%. Umiditatea mai mare de 10% a

probelor nu justifică însă diferențele uriașe dintre datele analizei XRF pe sol și rezultatul analizei de laborator.

Răspunsul la această problemă l-am găsit în recomandările Metodei 6200 USEPA. Aici se arată explicit că prezența fierului în probă conduce la interferențe la analiza cuprului. Anume, fierul absoarbe radiațiile X ale cuprului, reducând intensitatea cuprului măsurat cu instrumentul XRF, cu alte cuvinte concentrația cuprului citită la aparat este mai mică decât cea reală. De aici concluzia că analiza XRF de cupru oferă numai indicații calitative, adică semnalizează numai prezența cuprului. În acest caz numai analiza de laborator va putea da indicații cantitative.

În figurile 9 a și b sunt prezentate curbele de corelare pentru cupru, dintre măsurătorile XRF pe probe de sol prelucrate și analizele de laborator și măsurătorile XRF pe sol (in – situ) și analizele de laborator, respectiv. Factorii de corelare determinați din curbele de corelare au valorile de 1,388 și 3,941, respectiv, valori care confirmă că rezultatele măsurătorilor XRF pe sol sunt numai calitative, indicând simpla prezență a cuprului. Și factorul de corelare rezultat din curba de corelare dintre rezultatele analizei XRF pe probe de sol prelucrate și rezultatele analizei de laborator conferă analizei XRF statutul de rezultate calitative.

În figurile 10 a și b sunt prezentate curbele de corelare pentru zinc, dintre măsurătorile XRF pe probe de sol prelucrate și analizele de laborator și măsurătorile XRF pe sol (in – situ) și analizele de laborator, respectiv.

Factorii de corelare determinați din curbele de corelare au valorile de 0,921 și 1,154, respectiv; aceste valori arată că măsurătorile XRF efectuate constituie rezultate cantitative, deci pot fi luate în considerație în vederea stabilirii unor măsuri de remediere a solului poluat.

În figurile 11 a și b sunt prezentate curbele de corelare pentru fier, dintre măsurătorile XRF pe probe de sol prelucrate și analizele de laborator și măsurătorile XRF pe sol (in – situ) și analizele de laborator, respectiv.

Factorii de corelare determinați din curbele de corelare au valorile de 0,950 și 0,984, respectiv; aceste valori arată că măsurătorile XRF efectuate constituie rezultate cantitative, deci pot fi luate în considerație în caracterizarea solului din zona studiată.

În figurile 12 a și b sunt prezentate curbele de corelare pentru mangan, dintre măsurătorile XRF pe probe de sol prelucrate și analizele de laborator și măsurătorile XRF pe sol (in – situ) și analizele de laborator, respectiv.

Factorii de corelare determinați din curbele de corelare au valorile de 0,864 și 1,383, respectiv.

În cazul analizei XRF pe sol, rezultatele pentru mangan sunt numai calitative, fiind cantitative pe probele de sol prelucrate.

În figura 13 este prezentată curba de corelare a măsurătorilor XRF pe sol (in-situ) cu analizele de laborator pentru crom.

Este o singură curbă deoarece analizele XRF pe sol in – situ au indicat prezența cromului, în timp ce în probele prelucrate analiza XRF nu a mai indicat prezența cromului.

Și în cazul cromului ca și al cuprului, umiditatea solului influențează rezultatele analizei XRF și în plus, ca și la cupru intervine interferența fierului. Conform cu recomandările Metodei 6200 USEPA, radiația cromului este intensificată datorită prezenței fierului deoarece energia de absorbție a cromului este mai slabă energetic decât picul fluorescent al fierului.

Acestea ar putea fi explicațiile pentru valoarea negativă a factorului de corelare, care ne conduce la ipoteza existenței unei concentrații mai scăzute de crom față de valorile analizei XRF in situ.

Concluzii

Din măsurătorile XRF efectuate pe sol cu ajutorul instrumentului X-MET reies următoarele concluzii

- Plumbul, zincul și fierul pot fi determinate folosind acest instrument în măsurători in – situ, rezultatele obținute fiind cantitative.
- Rezultatele analizei XRF in – situ sau pe probe prelucrate obținute pentru cupru sunt numai calitative, prezența fierului în cantități mari mascând cuprul existent în cantități cu mult mai reduse. Pentru determinarea cantitativă a cuprului probele de sol trebuie analizate în laborator.

- Rezultatele obținute la măsurarea XRF in – situ a manganului permite numai obținerea de rezultate calitative; rezultate cantitative se pot obține prin prelucrarea probelor de sol înainte de analiza XRF.
- Cromul nu poate fi determinat nici măcar calitativ, fiind probabil prezent în cantități ce nu pot fi măsurate cu instrumentul portabil X-MET. Pentru determinarea cantitativă a cromului probele de sol trebuie analizate în laborator.

III.4. Distribuția metalelor grele poluatoare prezente în zona analizată.

Plumbul

Analizând valorile trecute în tabelul III.4, care cuprinde rezultatele analizei XRF pe sol (in – situ) se constată următoarele:

- Concentrații de plumb mai mici de 100 ppm avem în locațiile 28, 42, 45, 46, 47, 48 și 50
- Concentrații de plumb cuprinse între 100 – 200 ppm plumb avem în locațiile 14, 15, 24, 27, 29, 32, 33, 34, 36, 37, 40, și 41.
- În locațiile 14, 15, 50, deși se află la distanță relativ mică de sursa de poluare, valorile conținutului de plumb sunt în jurul valorii de 100 ppm, datorită existenței unei liziere de pădure între aceste locații și uzina poluatoare.
- Concentrații cuprinse între 200 – 500 ppm s-au determinat în locațiile 5, 6, 7, 8, 11, 12 și 16. Toate aceste locații se află în relativă apropiere de uzina poluatoare.
- Există 2 locații cu concentrație de plumb mai mare de 500 ppm, 2 și 17. Locația 2 este practic în vecinătatea combinatului.
- În alte 2 locații 1 și 10 concentrația plumbului depășește 700 ppm. Locația 1 este situată în apropierea uzinei iar locația 10 este în vecinătatea locației 17, în care concentrația plumbului are de asemenea valori ridicate.

Zinc

Analizând valorile trecute în tabelul III.5, care cuprinde rezultatele analizei XRF pe sol (in – situ) se constată următoarele:

- În locațiile 14, 15, 34, 41, 42, 45, 46, 47, 48 și 50 concentrația zincului este cuprinsă între 100 – 200 ppm
- În locațiile 16, 24, 27, 28, 29, 32, 33, 36, 37, 40 concentrația zincului este de 200 – 400 ppm
- În locațiile 1, 2, 5, 6, 7, 8, 11, 12 concentrația zincului este cuprinsă între 600 – 1000 ppm.
- Peste 1000 ppm zinc este concentrația măsurată în locațiile 10 și 17.

În figurile 14, 14a și 14 b este trecută distribuția plumbului și zincului în locațiile studiate.

Distribuția celorlalte metale analizate este trecută în figuri separate, concentrațiile acestora diferind de concentrațiile plumbului și zincului ca ordin de mărime.

Din graficul din figura 14 se observă că zincul, ca metal poluator se găsește în cantitatea cea mai mare în locațiile studiate. Se poate remarca de asemenea că distribuția plumbului și zincului în locațiile studiate este asemănătoare, având aceeași variație; în principiu, concentrația celor 2 metale scade pe măsură ce ne îndepărtăm de uzină. Locația 17 face excepție, acolo existând o încărcare ridicată a solului cu plumb și zinc.

Cupru

În figura 15 este prezentată distribuția cuprului în zona studiată, bazată pe măsurătorile XRF in – situ care sunt numai calitative.

Fierul

În figura 16 și 16a este prezentată distribuția fierului în locațiile din zona studiată, bazată pe măsurătorile XRF in situ (date cantitative).

Manganul

În figura 17 și 17a este prezentată distribuția manganului în locațiile analizate, bazată pe măsurătorile XRF in – situ (rezultate calitative).

Ca orientare, în toate graficele punctele 1 și 2 sunt cel mai apropiate de uzina poluatoare Copșa Mică.

C O N C L U Z I I

În lucrare se prezintă Metodologia de cartare a distribuției metalelor în soluri agricole la scări relevante pentru managementul firmelor precum și măsurătorile efectuate pe teren la 30 de agrosisteme din zona Copșa Mică cu aparatul portabil XRF.

X- MET 3000 TXS fiind un aparat portabil, poate fi utilizat la măsurarea metalelor grele din sol. Măsurătorile se pot efectua atât în câmp (măsurători directe pe sol sau pe probe de sol ambalate în pungi de plastic, pentru protecția aparatului), cât și în laborator (pe probe prelucrate în prealabil).

Măsurătorile în câmp oferă o primă informație asupra punctelor de recoltare a probelor, reducând astfel numărul acestora și o primă informație asupra zonelor înalt poluate. Fiind o metodă nedistructivă, orice probă măsurată XRF poate fi ulterior analizată în laborator. În cazul analizei XRF proba are un rol deosebit de important în calitatea rezultatelor analizei, în special în cazul analizelor de sol, datorită complexității acestuia; de aceea, recoltarea și pregătirea probelor de sol au o importanță deosebită. Aparatul X-MET poate fi utilizat la determinarea profilului sitului contaminat, în vederea localizării punctelor de recoltare a probelor, localizând rapid valorile mari ale concentrației metalelor grele.

În măsurătorile efectuate direct pe sol nu sunt necesare pregătiri speciale, astfel pot fi obținute rezultate rapide. Dar, pentru îmbunătățirea acurateții măsurătorilor se recomandă o prelucrare minimă a probelor care constă în eliminarea deșeurilor, resturilor vegetale, pietrelor de pe suprafața solului. Se recomandă săparea solului la adâncimea de câțiva cm, și amestecarea solului pentru omogenizare.

Pentru măsurarea concentrației metalelor grele în punctele indicate de coordonator s-a procedat astfel:

În jurul fiecărei locații indicate de coordonator s-au făcut 10 măsurători. Pentru măsurare, solul a fost curățat de resturi vegetale, pietre și alte deșeuri; pe suprafața astfel curățată s-a făcut măsurarea printr-o folie de plastic, pentru protejarea instrumentului analitic.

Timpul de analiză a fost de 60 secunde. Au fost depistate 6 metale prezente

Pentru determinarea „calității” rezultatelor instrumentului X-MET în măsurarea concentrației metalelor depistate, au fost analizate în laborator 5% din totalul probelor analizate în câmp, așa cum prevăd recomandările din Metoda 6200 USEPA. Au fost trasate curbele de corelare din care au rezultat factorii de corelare.

Din măsurătorile XRF efectuate pe sol cu ajutorul instrumentului X-MET coroborat cu factorii de corelare reies următoarele concluzii

- Plumbul, zincul și fierul pot fi determinate folosind acest instrument în măsurători in – situ, rezultatele obținute fiind cantitative.
- Rezultatele analizei XRF in – situ sau pe probe prelucrate obținute pentru cupru sunt numai calitative, prezența fierului în cantități mari mascând cuprul existent în cantități cu mult mai reduse. Pentru determinarea cantitativă a cuprului probele de sol trebuie analizate în laborator.
- Rezultatele obținute la măsurarea XRF in – situ a manganului permite numai obținerea de rezultate calitative; rezultate cantitative se pot obține prin prelucrarea probelor de sol înainte de analiza XRF.
- Cromul nu poate fi determinat nici măcar calitativ, fiind probabil prezent în cantități ce nu pot fi măsurate cu instrumentul portabil X-MET. Pentru determinarea cantitativă a cromului probele de sol trebuie analizate în laborator.

Au fost trasate curbele de distribuție a metalelor măsurate prin analiza XRF. Principalele metale poluatoare în zona studiată sunt plumbul și zincul. De asemenea au fost întocmite hărțile de distribuție pentru: plumb, zinc, fier, mangan .

Se remarcă spectrul larg în care sunt distribuite valorile medii ale concentrației plumbului în solul din zona studiată, 68 – 737 mg/kg sol, în majoritatea punctelor fiind depășite atât pragul de alertă cât și pragul de intervenție pentru zone sensibile.

Analizând rezultatele obținute în determinarea cuprului trebuie să remarcăm concentrațiile foarte scăzute, cuprinse între 6-33 mg/kg sol, cantități ce se înscriu în fondul natural al solului nefiind atins vreun prag de alertă. Menționăm că rezultatele XRF in – situ pentru cupru sunt numai calitative.

Concentrațiile zincului în probele de sol măsurate sunt cuprinse în domeniul 126 – 1130 mg/kg sol. În toate cele 300 puncte măsurate concentrația zincului depășește fondul normal al solului de 100 mg/kg sol. În 14/30 locații concentrația zincului depășește pragul de alertă pentru zone

sensibile (300 mg/kg sol). În 8/30 locații concentrația zincului depășește pragul de alertă pentru suprafețe mai puțin sensibile (peste 700 mg/kg sol), iar în 10/30 locații concentrația zincului depășește pragul de intervenție pentru zone sensibile (peste 600 mg/kg sol).

Concentrația fierului este cuprinsă între 13295 – 25528 mg/kg sol. Fierul nu se regăsește trecut în lista metalelor toxice din sol.

Concentrația manganului în probele de sol măsurate XRF este cuprinsă în limitele 217 – 529 mg/kg sol, sub valoarea concentrației de mangan normală admisă pentru sol.

Concentrația cromului astfel măsurată este cuprinsă între 0 – 81 mg/kg sol. În 5/30 puncte concentrația cromului total depășește valoarea normală admisă a cromului în sol (30 mg/kg sol), dar nu este atins pragul de alertă nici pentru folosințe sensibile (100 mg Cr/kg sol).

PLUMB

Locatii	Masuratori										Media (m)	Mediana	Abatere medie (d)	Abatare standard (S _x)	Abatare standard relativa procentuala (S _x /m*100), %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	546	641	707	619	981	1361	682	686	412	448	708	662	185	278	39
2	398	419	667	573	440	597	576	636	549	537	539	561	73	92	17
5	337	386	335	330	315	313	368	311	266	259	322	323	29	39	12
6	679	733	272	423	457	497	538	443	346	560	495	457	89	120	24
7	353	332	349	343	328	323	335	372	343	322	340	339	12	15	5
8	373	387	340	341	342	345	332	318	301	295	337	341	21	29	8
10	730	603	812	829	671	781	753	703	760	728	737	742	50	67	9
11	364	414	404	398	402	409	307	294	578	492	406	403	54	82	20
12	503	502	397	414	502	518	349	285	426	426	432	426	59	76	18
14	98	98	102	122	98	100	119	120	102	104	106	102	8	10	9
15	88	100	111	102	97	92	144	124	83	81	102	99	14	20	19
16	503	191	166	156	184	188	170	179	241	263	224	186	67	104	46
17	609	601	690	730	531	576	567	561	486	491	584	572	59	78	13
24	131	107	73	70	87	78	119	103	113	107	99	105	17	21	21
27	161	166	202	244	172	190	226	246	150	199	196	195	28	34	18
28	88	90	98	96	96	98	107	82	110	90	96	96	6	9	9
29	169	554	199	205	168	162	152	60	153	175	200	169	72	131	65
32	179	157	178	221	141	153	173	154	153	177	169	165	17	23	13
33	134	130	134	142	135	131	123	120	137	141	133	134	5	7	5
34	147	125	131	128	139	136	135	138	131	130	134	133	5	6	5
36	90	110	128	111	111	116	119	106	134	124	115	114	9	12	11
37	149	135	130	112	120	140	128	129	134	127	130	130	7	10	8
40	173	150	131	254	178	170	154	120	109	134	157	152	29	41	26
41	104	112	120	130	105	109	109	104	116	113	112	111	6	8	7
42	78	79	77	64	85	84	94	77	84	82	80	81	5	8	10
45	71	63	74	65	74	68	76	79	87	62	72	73	6	8	11
46	84	88	58	54	72	72	100	109	86	79	80	82	13	17	21
47	61	63	62	72	79	70	72	61	70	72	68	70	5	6	9
48	81	87	56	81	67	70	129	110	77	69	83	79	16	22	26
50	83	94	87	85	87	69	90	80	78	89	84	86	5	7	8

Tabelul III.4. Rezultatele măsurătorilor XRF (Plumb)

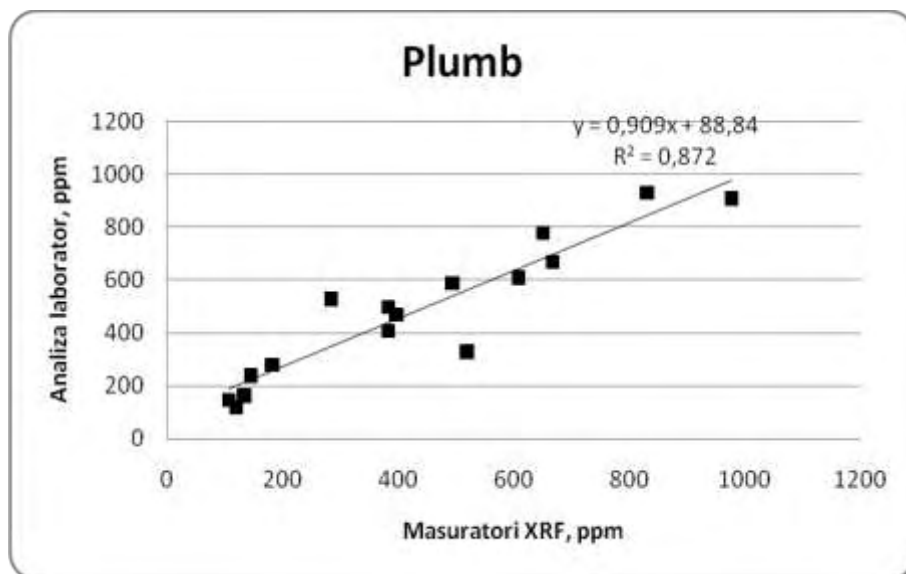


Fig. 8b Curba de corelare a măsurătorilor XRF pe sol (in-situ) cu analizele de laborator pentru plumb

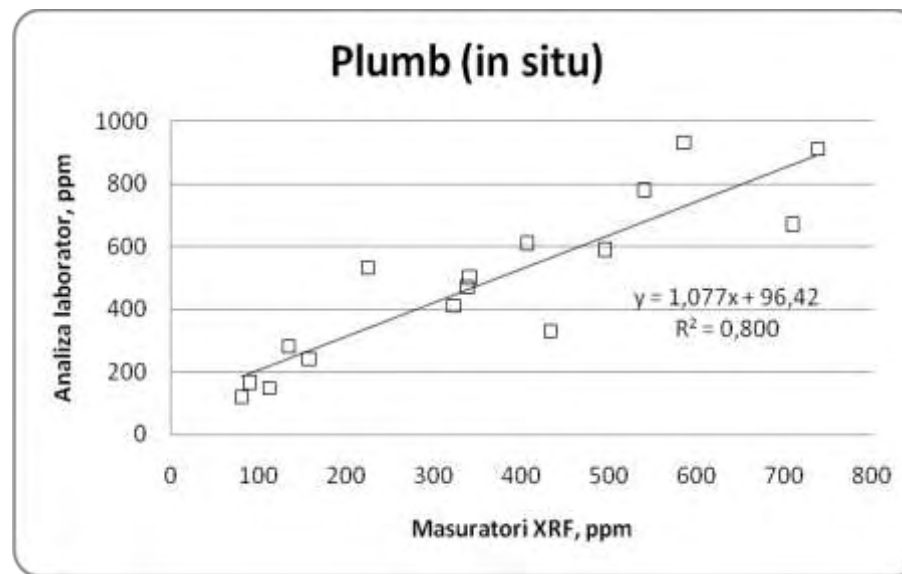


Fig.8a Curba de corelare a măsurătorilor XRF pe probele de sol prelucrate cu analizele de laborator pentru plumb

CUPRU

Locatii	Masuratori										Media (m)	Mediana	Abatere medie (d)	Abatare standard (S _x)	Abatare relativa procentuala (S _x /m*100), %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	27	23	26	26	25	48	23	30	19	23	27	26	5	8	29
2	17	21	21	26	16	26	20	18	21	25	21	21	3	4	17
5	12	7	14	6	8	7	21	0	16	9	10	9	5	6	59
6	34	21	9	16	16	10	20	9	16	20	17	16	5	8	46
7	18	13	17	19	12	13	9	11	12	9	13	13	3	4	27
8	14	13	12	11	9	7	10	11	13	10	11	11	2	2	19
10	19	11	25	26	29	41	25	16	21	18	23	23	6	8	36
11	14	10	13	10	14	7	0	13	23	21	13	13	5	7	52
12	15	11	13	15	14	16	12	9	12	9	13	13	2	2	20
14	7	6	0	8	7	0	5	8	5	0	7	6	3	3	51
15	10	7	14	5	8	0	0	5	5	9	6	6	3	4	69
16	11	0	9	5	8	8	7	7	15	16	9	8	3	5	54
17	15	21	30	16	19	17	29	17	16	18	20	18	4	5	27
24	18	0	9	16	13	11	12	16	9	18	12	13	4	5	45
27	6	0	0	9	6	9	6	11	0	9	8	6	3	4	52
28	10	5	0	0	0	0	11	0	8	6	8	3	4	5	57
29	9	20	14	16	10	8	7	0	7	13	10	10	4	6	54
32	18	12	9	7	10	12	14	12	8	13	12	12	2	3	28
33	6	7	0	9	6	7	6	12	12	5	7	7	2	3	50
34	0	6	5	7	0	5	0	0	6	0	6	3	3	3	54
36	0	0	10	12	0	13	7	6	9	8	9	8	4	5	53
37	12	10	9	7	6	11	11	7	7	9	9	9	2	2	23
40	8	0	0	6	9	6	9	0	0	7	8	6	4	4	53
41	0	9	9	6	0	10	9	6	0	8	8	7	3	4	51
42	23	27	25	21	26	30	35	28	30	27	27	27	3	4	14
45	9	7	10	5	9	8	8	6	9	5	8	8	1	2	23
46	31	39	23	18	29	28	48	45	28	37	33	30	8	10	29
47	7		7		12	5	10	6	5	5	6	7	2	3	40
48	13	9	22	25	13	8	13	21	12	17	15	13	5	6	37
50	10	0	0	5	0	0	0	7	0	0	6	0	3	4	68

Tabelul III.5. Rezultatele măsurătorilor XRF (Cupru)

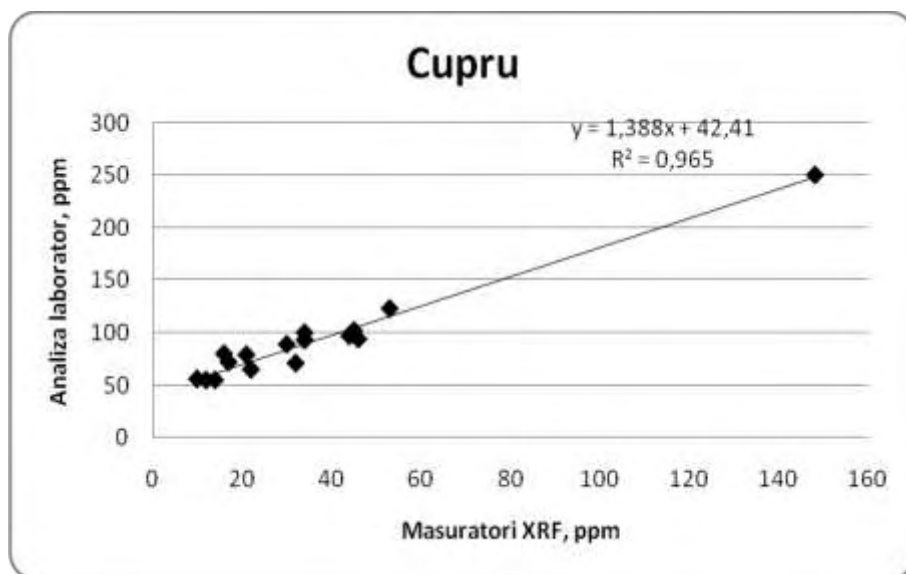


Fig.9a Curba de corelare a măsurătorilor XRF pe probele de sol prelucrate cu analizele de laborator pentru cupru

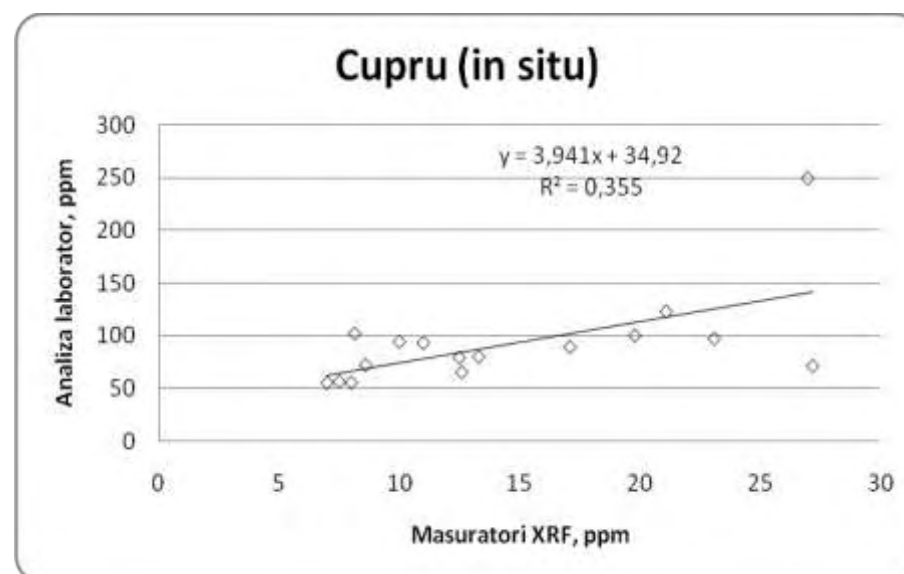


Fig. 9b Curba de corelare a măsurătorilor XRF pe sol (in-situ) cu analizele de laborator pentru cupru

ZINC

Locatii	Masuratori										Media (m)	Mediana	Abatere medie (d)	Abatare standard (S _x)	Abatare standard relativa (S _x /m*100), %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	687	710	659	597	722	902	705	746	542	598	687	696	70	100	15
2	538	589	807	761	606	788	987	925	905	795	770	792	117	151	20
5	733	781	684	699	691	673	787	648	567	557	682	688	57	77	11
6	1200	1250	706	958	828	871	1039	848	767	1081	955	871	131	160	17
7	803	752	746	799	737	705	712	811	744	732	754	745	30	38	5
8	780	830	746	775	729	722	715	643	689	653	728	726	44	58	8
10	1126	947	1305	1316	1094	1100	1127	1105	1121	1056	1130	1113	72	109	10
11	659	708	691	689	715	639	522	495	939	805	686	690	86	127	19
12	856	827	703	698	806	879	619	515	701	713	732	708	88	113	15
14	189	203	173	184	185	184	209	179	164	164	183	184	11	15	8
15	200	216	198	192	180	179	236	194	183	175	195	193	14	19	10
16	1082	309	294	302	280	289	290	271	406	371	389	298	142	247	63
17	1003	1079	1271	1270	907	992	1002	966	811	840	1014	997	116	157	15
24	272	227	161	143	183	144	236	214	221	213	201	214	35	42	21
27	248	244	320	399	311	285	362	418	259	319	317	315	47	61	19
28	192	226	208	198	209	227	214	180	232	190	208	209	14	18	8
29	313	563	377	405	327	346	280	118	292	349	337	337	71	111	33
32	343	282	320	383	259	281	305	291	288	308	306	298	26	36	12
33	272	258	263	285	269	271	245	264	262	216	261	264	13	19	7
34	172	189	184	191	201	196	173	189	176	171	184	187	9	11	6
36	187	201	259	231	215	240	232	210	258	238	227	232	19	24	10
37	282	237	266	209	226	258	238	255	226	251	245	245	18	22	9
40	287	256	240	422	321	297	240	215	210	253	274	255	46	63	23
41	179	192	218	220	188	190	182	172	197	205	194	191	13	16	8
42	125	136	134	120	138	143	144	138	133	138	135	137	6	7	6
45	129	127	134	122	123	125	129	129	184	117	132	128	11	19	14
46	136	146	107	103	119	131	170	175	148	128	136	134	19	24	18
47	107	117	111	150	139	117	148	115	123	133	126	120	13	15	12
48	145	150	119	132	109	110	133	174	136	126	133	133	14	20	15
50	175	205	155	158	168	157	151	170	208	176	172	169	15	20	12

Tabelul III.6. Rezultatele măsurătorilor XRF (Zinc)

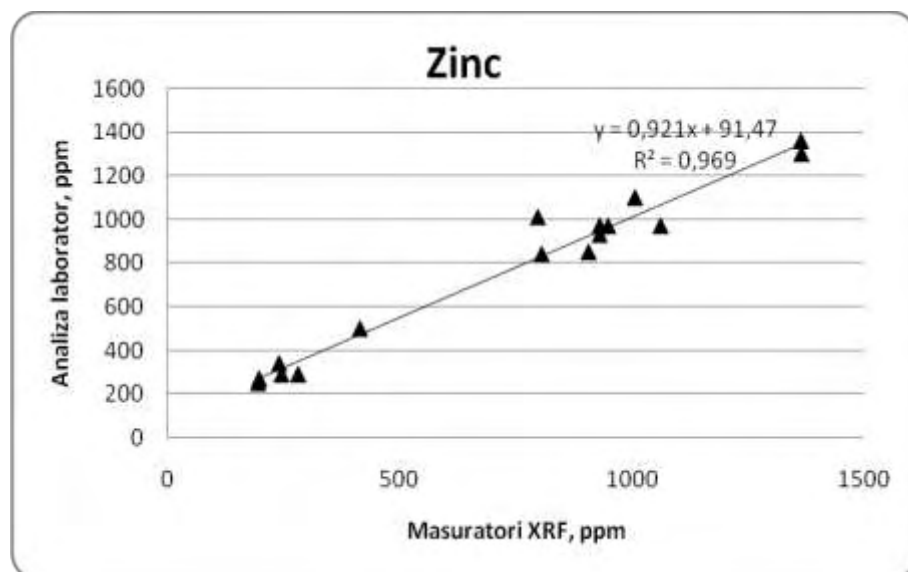


Fig.10a Curba de corelare a măsurătorilor XRF pe probe de sol prelucrate cu analizele de laborator pentru zinc

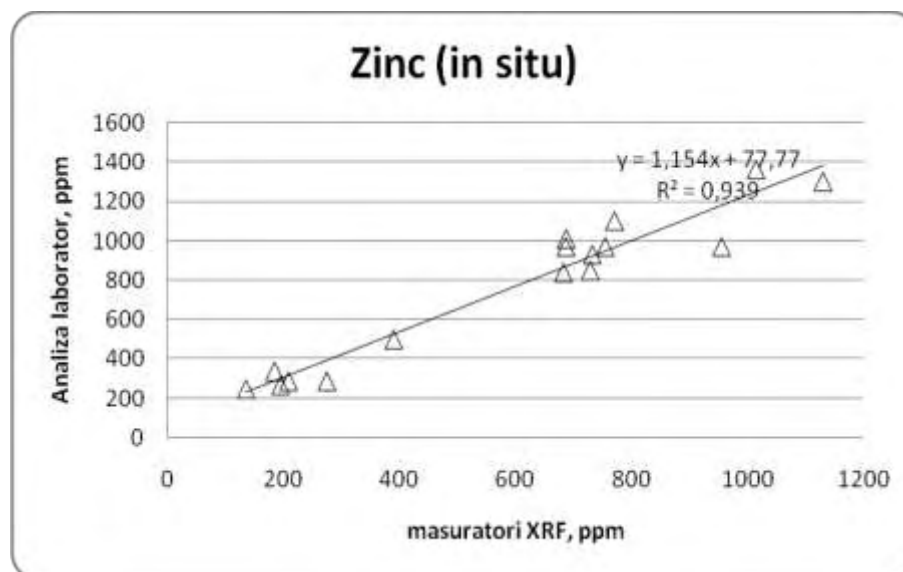


Fig. 10b Curba de corelare a măsurătorilor XRF pe sol (in – situ) cu analizele de laborator pentru zinc

FIER

Locatii	Masuratori										Media (m)	Mediana	Abatere medie (d)	Abatare standard (S _x)	Abatare standard relativa (S _x /m*100), %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	18050	17196	16937	15233	15230	15903	16601	18190	16194	16424	16596	16513	799	1029	6
2	15361	14986	13620	15064	14872	16706	15928	15290	15557	14575	15196	15177	573	818	5
5	18726	18988	17303	17998	19124	18442	17368	17922	17829	17092	18079	17960	593	718	4
6	20490	22294	19346	21698	20900	20335	18927	17765	18902	18456	19911	19631	1172	1362	7
7	25815	25701	23749	25702	24202	23519	23769	25669	24922	23732	24678	24562	884	977	4
8	16533	18679	17488	18474	17142	16509	16749	16812	16989	20960	17634	17066	1043	1393	8
10	15994	14351	17654	17805	16119	15136	16178	15170	15218	14793	15842	15606	908	1155	7
11	15118	15764	14706	15536	16084	15755	14169	13770	15549	14750	15120	15327	618	756	5
12	17056	16309	15781	15954	15900	16980	15517	14935	14813	15017	15826	15841	614	794	5
14	19886	20306	17886	17958	19037	18738	18256	18164	17257	17084	18457	18210	828	1049	6
15	21099	20100	19565	18789	16969	18703	18383	18060	19077	18509	18925	18746	828	1138	6
16	12650	15303	17639	17053	18524	18594	16888	18165	18028	18171	17102	17834	1302	1849	11
17	15513	17494	18329	18571	19261	20528	18434	20674	17832	17250	18389	18382	1105	1538	8
24	33776	28952	31685	29962	28385	26741	27439	31811	27546	28978	29528	28965	1825	2263	8
27	18500	17830	18492	26719	18723	17835	20611	18903	18445	18425	19448	18496	1687	2669	14
28	15675	16826	17689	17132	18075	16672	18192	15998	18432	16376	17107	16979	797	960	6
29	23420	19171	21819	24393	23357	22381	19524	11138	18525	21130	20486	21475	2717	3827	19
32	29133	26115	30432	31560	26438	27631	30584	29341	25510	27319	28406	28382	1804	2095	7
33	18876	18159	17974	19210	19953	19686	17364	18633	18713	16446	18501	18673	813	1061	6
34	14049	13562	13028	14044	13244	13531	11567	13710	13241	12970	13295	13388	485	715	5
36	16095	19174	21873	21447	18946	21933	23102	20234	19701	18510	20102	19968	1616	2062	10
37	28161	23313	25360	25009	23875	26628	23464	22898	22691	23336	24474	23670	1453	1795	7
40	16504	16279	15611	16101	17968	17626	15751	19109	17209	17922	17008	16857	959	1142	7
41	20668	21164	21484	21365	21049	20997	21299	20805	21209	21955	21200	21187	263	364	2
42	17954	19214	20109	19664	20686	20640	20752	20141	19653	22631	20144	20125	826	1212	6
45	14753	15258	18199	14001	14612	15108	14125	16497	15865	14123	15254	14931	961	1308	9
46	21608	21219	23912	22179	23504	22650	25401	24585	22909	21220	22919	22780	1145	1429	6
47	16698	17894	16766	27236	18575	17147	18761	17383	17513	17972	18595	17704	1762	3114	17
48	22669	24735	23500	25551	23896	22307	24783	27675	23100	27016	24523	24316	1429	1799	7
50	17779	17565	17603	17983	18003	16927	16650	17646	15797	17936	17389	17625	559	716	4

Tabelul III.6. Rezultatele măsurătorilor XRF (Fier)

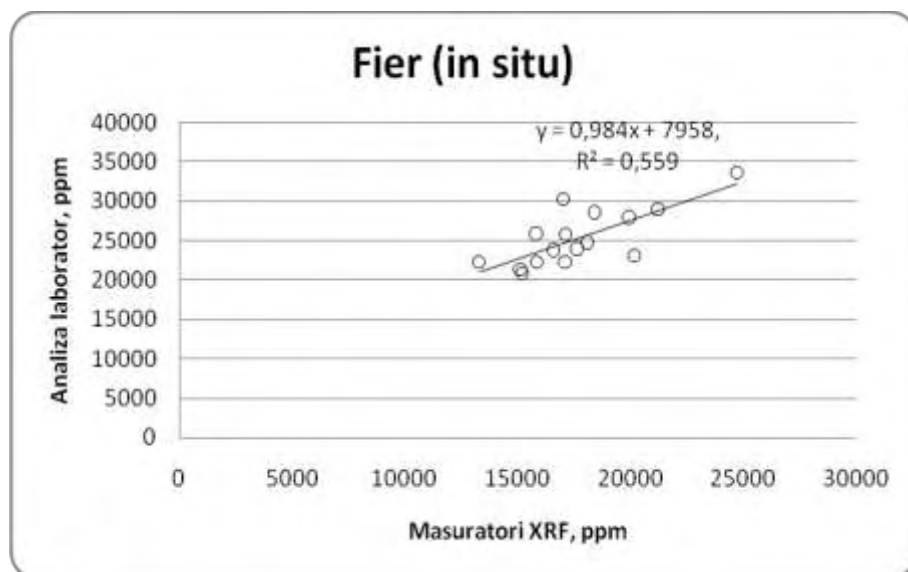


Fig.11a Curba de corelare a măsurătorilor XRF pe probele de sol prelucrate cu analizele de laborator pentru fier

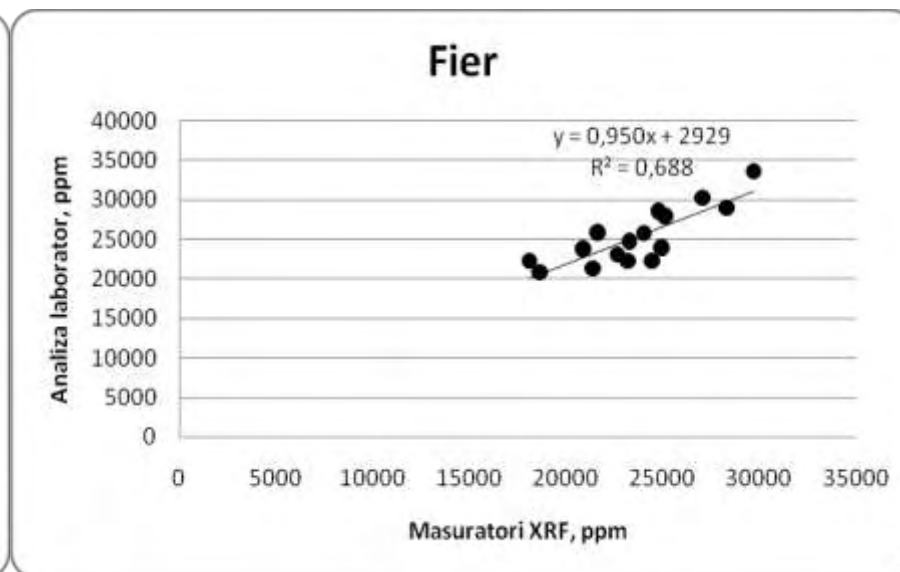


Fig. 11b Curba de corelare a măsurătorilor XRF pe sol (in-situ) cu analizele de laborator pentru fier

MANGAN

Locatii	Masuratori										Media (m)	Mediana	Abatere medie (d)	Abatare standard (S _x)	Abatare standard relativa procentuala (S _x /m*100), %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	173	190	199	212	227	170	166	197	267	280	217	198	31	39	18
2	253	326	418	262	191	280	346	213	213	279	278	271	52	69	25
5	229	188	176	206	217	170	218	235	171	212	202	209	21	24	12
6	123	245	205	278	174	222	265	132	133	200	198	200	46	57	29
7	282	216	189	204	209	289	267	424	251	219	255	235	48	69	27
8	239	277	309	236	259	222	229	303	248	238	256	244	25	31	12
10	260	226	259	285	266	297	263	226	268	232	258	262	18	24	9
11	388	334	241	270	269	385	327	280	209	324	303	302	49	59	20
12	253	268	264	233	285	257	244	337	227	218	259	255	24	34	13
14	420	380	448	653	465	482	417	563	423	292	454	436	69	99	22
15	428	585	487	340	443	407	628	533	393	360	460	436	78	96	21
16	278	289	385	337	359	367	369	362	345	353	344	356	26	35	10
17	254	257	260	312	327	271	259	320	425	200	289	266	46	61	21
24	412	244	329	359	333	300	336	338	211	258	312	331	47	60	19
27	202	219	223	346	252	294	346	166	278	255	258	254	46	59	23
28	239	455	323	292	512	295	350	467	337	360	363	344	69	88	24
29	286	224	308	344	253	448	440	155	272	417	315	297	78	97	31
32	315	304	282	332	277	262	354	329	294	254	300	299	27	32	11
33	316	238	268	380	285	378	319	302	318	254	306	309	36	47	16
34	478	346	311	337	467	328	342	309	372	396	369	344	48	61	16
36	302	510	375	339	311	443	409	409	420	341	386	392	52	65	17
37	248	251	218	270	263	317	281	367	253	306	277	267	32	43	15
40	272	283	334	264	247	180	236	346	302	256	272	268	35	48	18
41	344	348	381	364	381	384	337	351	340	377	361	358	17	19	5
42	221	342	273	308	349	403	314	425	379	266	328	328	52	64	20
45	495	486	661	471	385	401	481	512	390	386	467	476	61	85	18
46	355	417	357	432	510	332	416	404	513	253	399	410	60	79	20
47	369	369	334	409	389	344	419	438	358	493	392	379	38	49	12
48	312	404	305	417	425	341	Mn	460	271	529	385	404	69	84	22
50	353	535	467	505	388	297	365	373	356	471	411	381	67	78	19

Tabelul 8. Rezultatele măsurătorilor XRF (Mangan)

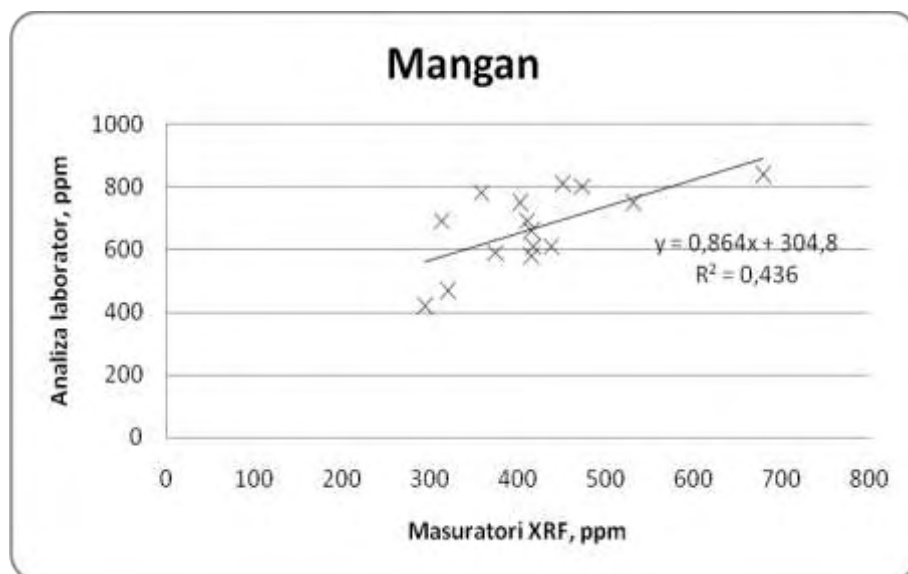


Fig.12a Curba de corelare a măsurătorilor XRF pe probele de sol prelucrate cu analizele de laborator pentru mangan

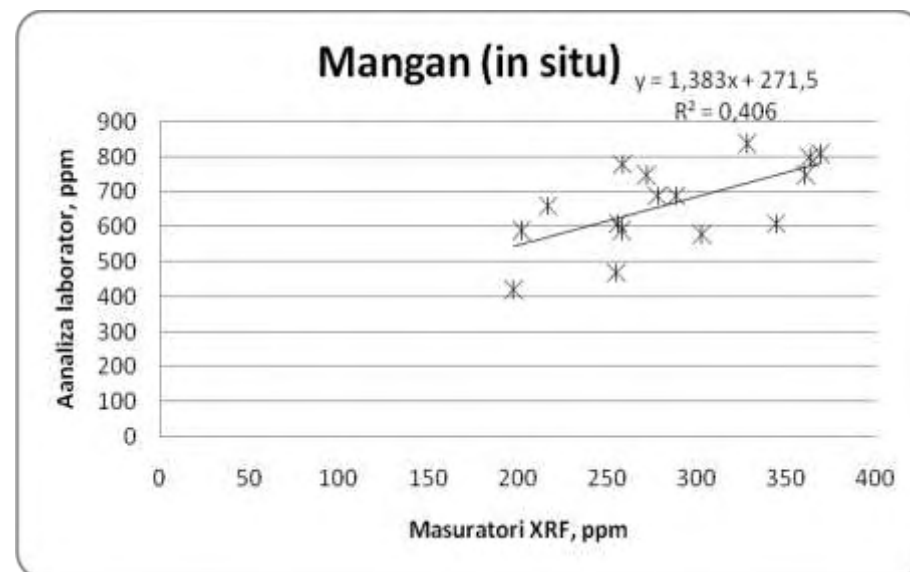


Fig. 12b Curba de corelare a măsurătorilor XRF pe sol (in-situ) cu analizele de laborator pentru mangan

CROM

Locatii	Masuratori										Media (m)	Mediana	Abatere medie (d)	Abatere standard (S _x)	Abatere standard relativa procentuala (S _x /m*100), %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1			14	12			15				14	14	1	2	11
2		26		24	2					1	13	13	12	14	103
5								17			17	17			
6											0	0	0	0	0
7	1			28							15	15	14	19	132
8	4										4	4	0		
10									33		33	33	0		
11			42		3		57	18			30	30	20	24	80
12					17	19					18	18	1	1	8
14	15			9	2					14	10	12	5	6	59
15										18	18	18	0		
16		10			7						9	9	2	2	25
17			15								15	15	0		
24			29		26	2		21			20	24	9	12	62
27	19									83	51	51	32	45	89
28															
29		4				16		9			10	9	4	6	62
32		17	37		27						27	27	7	10	37
33	15	5									10	10	5	7	71
34			2	13			13				9	13	5	6	68
36				41			18				30	30	12	16	55
37															
40				6	15		2	3		4	6				
41		20									20	20	0		
42	21										21	21	0		
45				43			92		109		81	92	26	34	42
46				31							31	31	0		
47		9		25							17	17	8	11	67
48	8									5	7	7	2	2	33
50				75		13			5		31	13	29	38	124

Tabelul 9. Rezultatele măsurătorilor XRF (Crom)

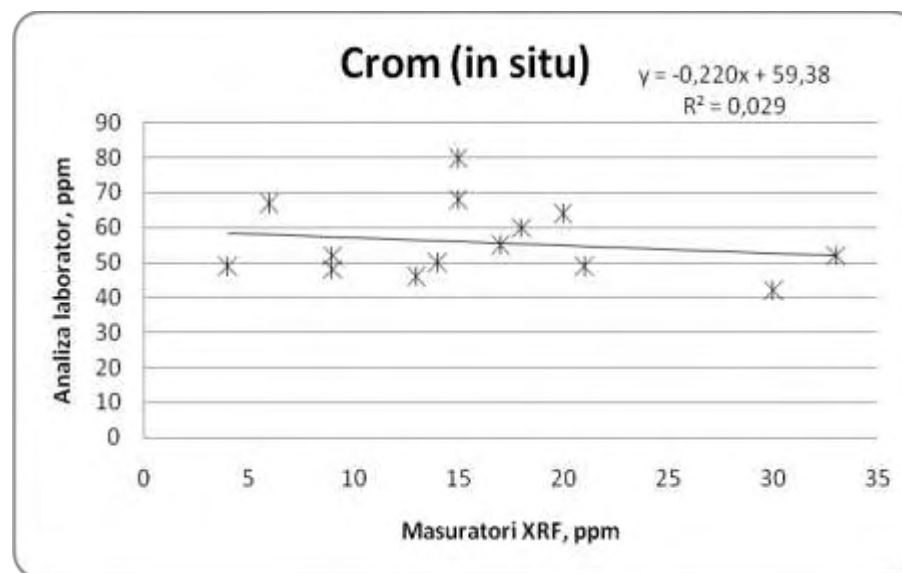


Fig. 13. Curba de corelare a măsurătorilor XRF pe sol (in-situ) cu analizele de laborator pentru crom

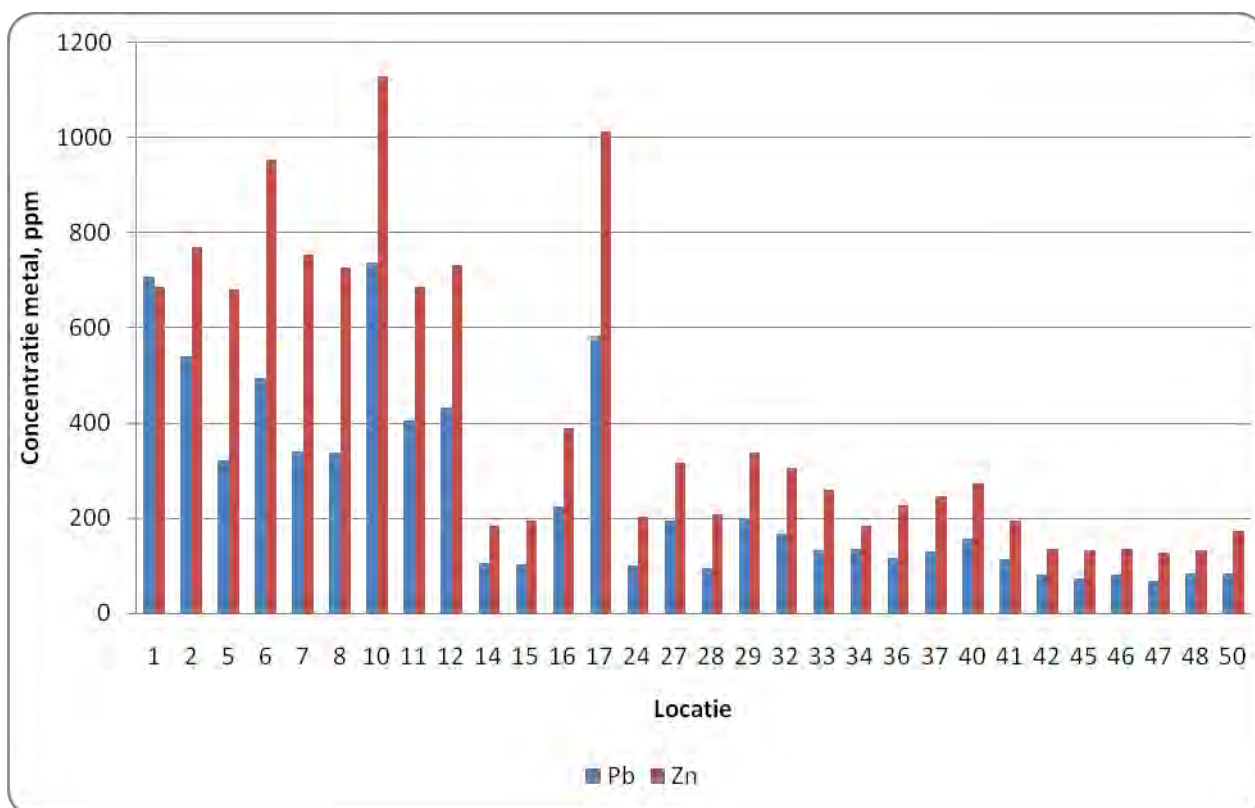


Figura 14. Distribuția plumbului și zincului în locațiile studiate

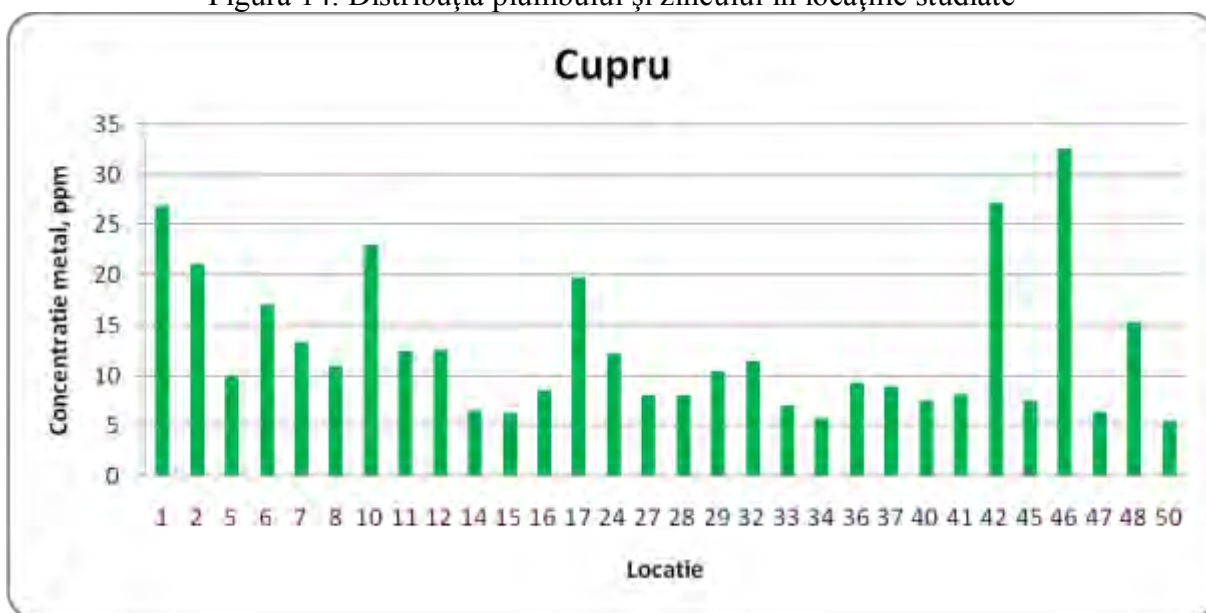


Figura 15. Distribuția cuprului în locațiile studiate

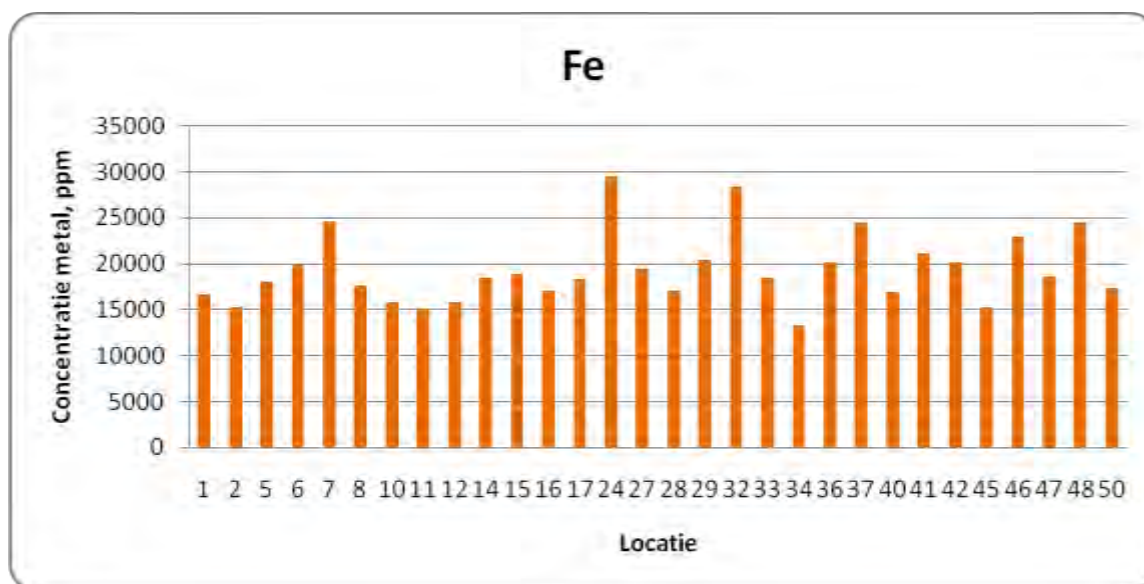


Figura 16. Distribuția fierului în locațiile studiate

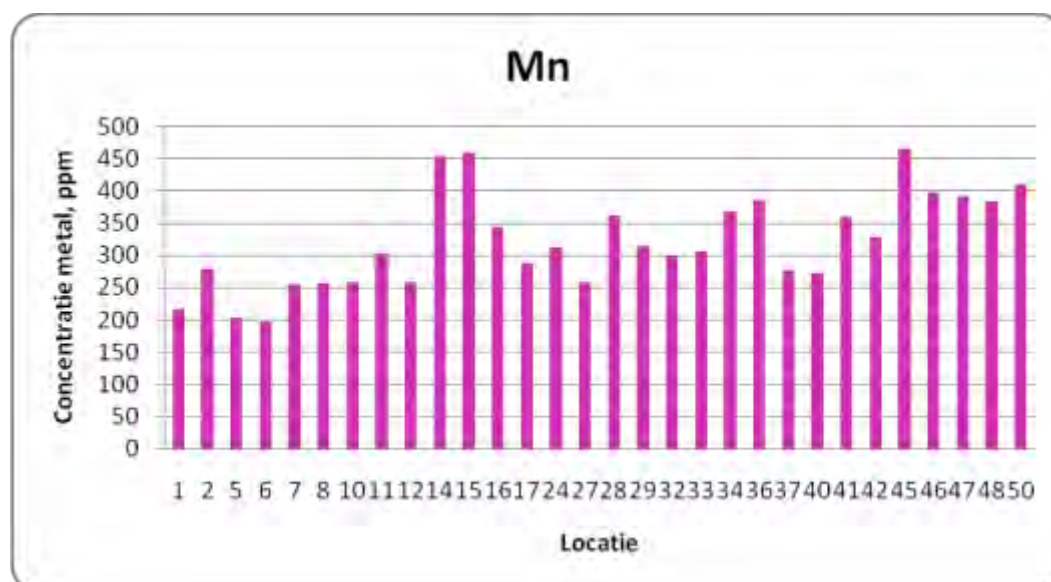


Figura 17. Distribuția manganului în locațiile studiate

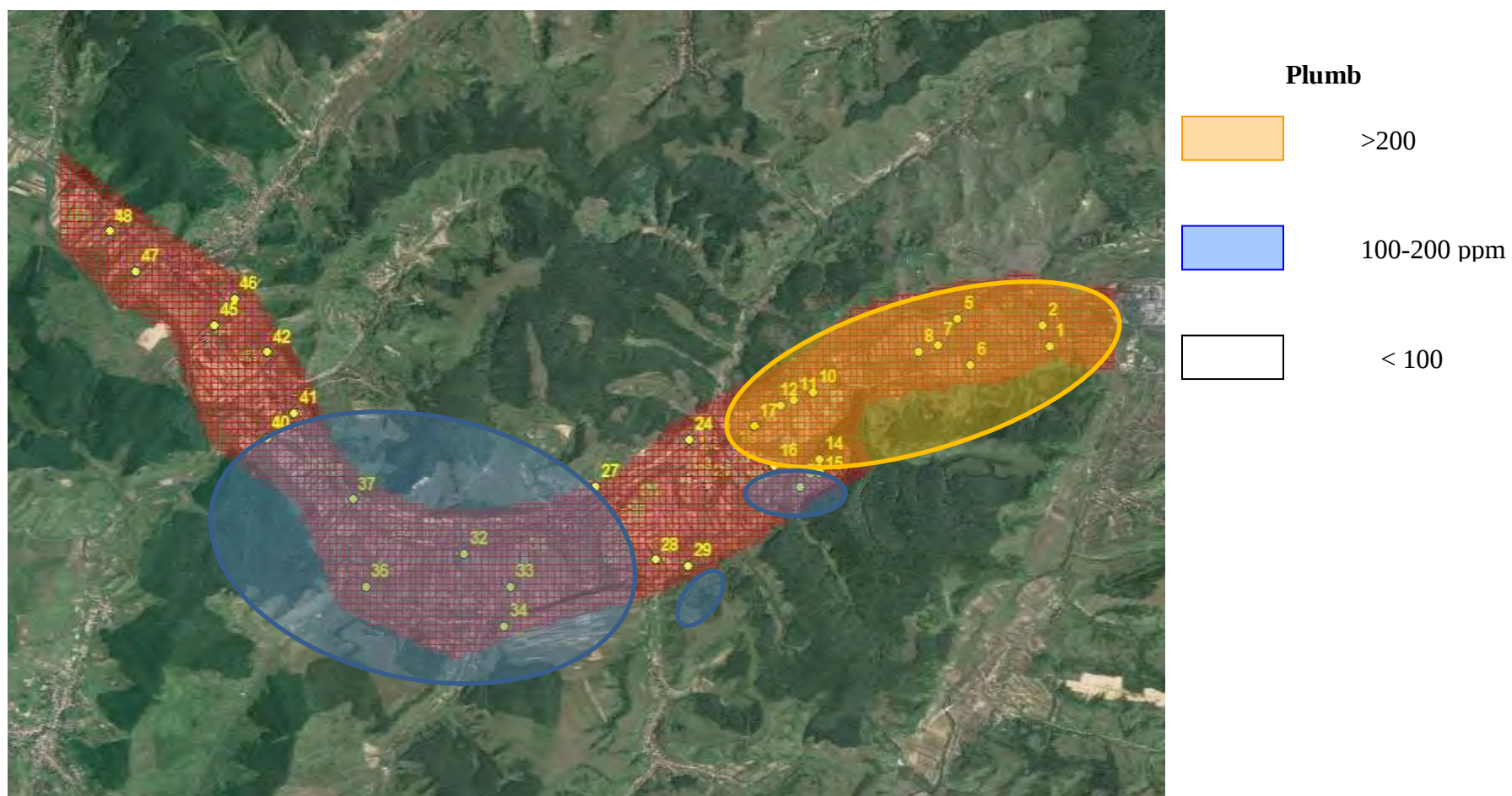


Figura 14a. Distribuția plumbului în zona Copșa Mică

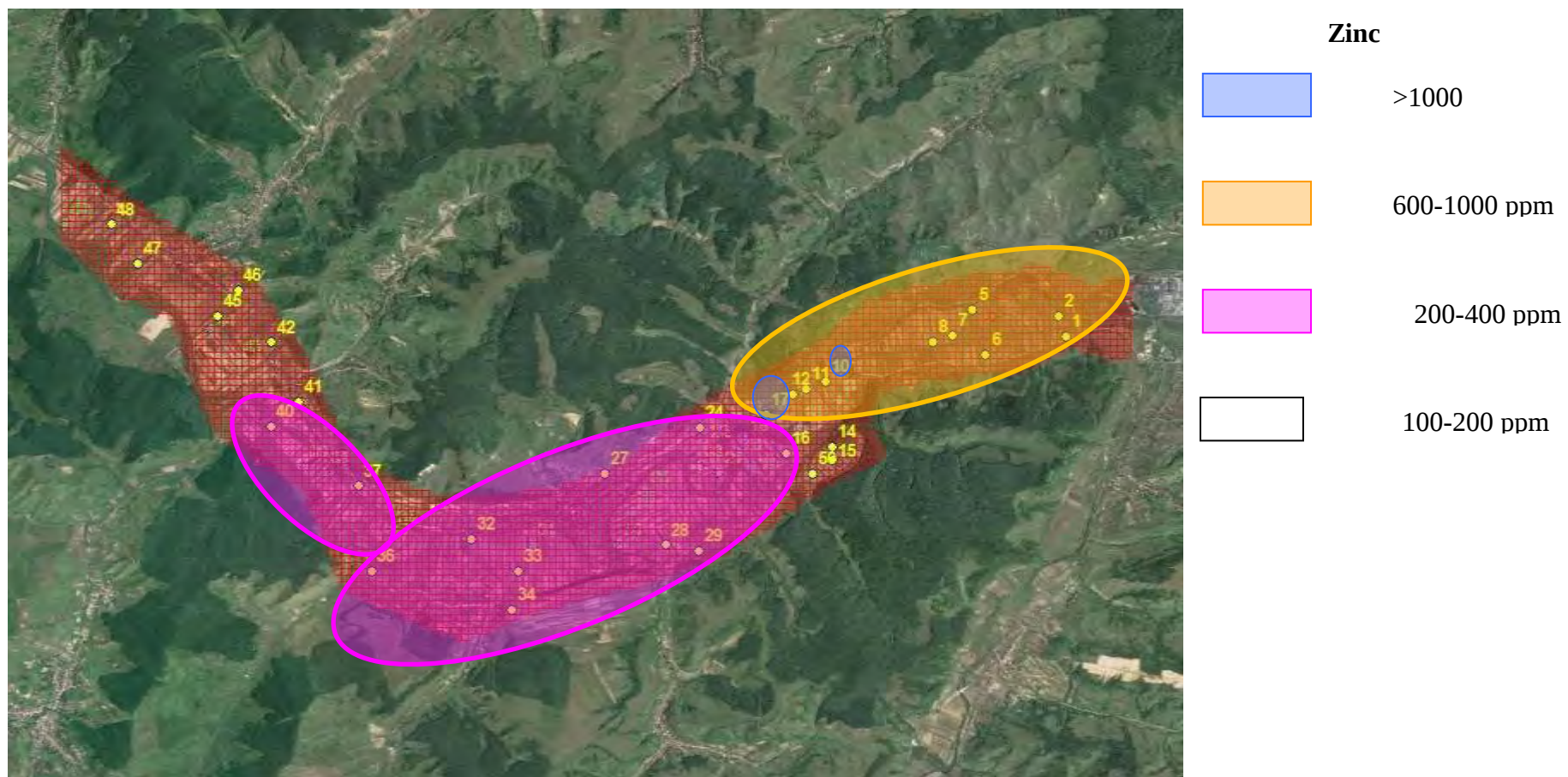


Figura 14b. Distributia zincului in zona Copsa Mica

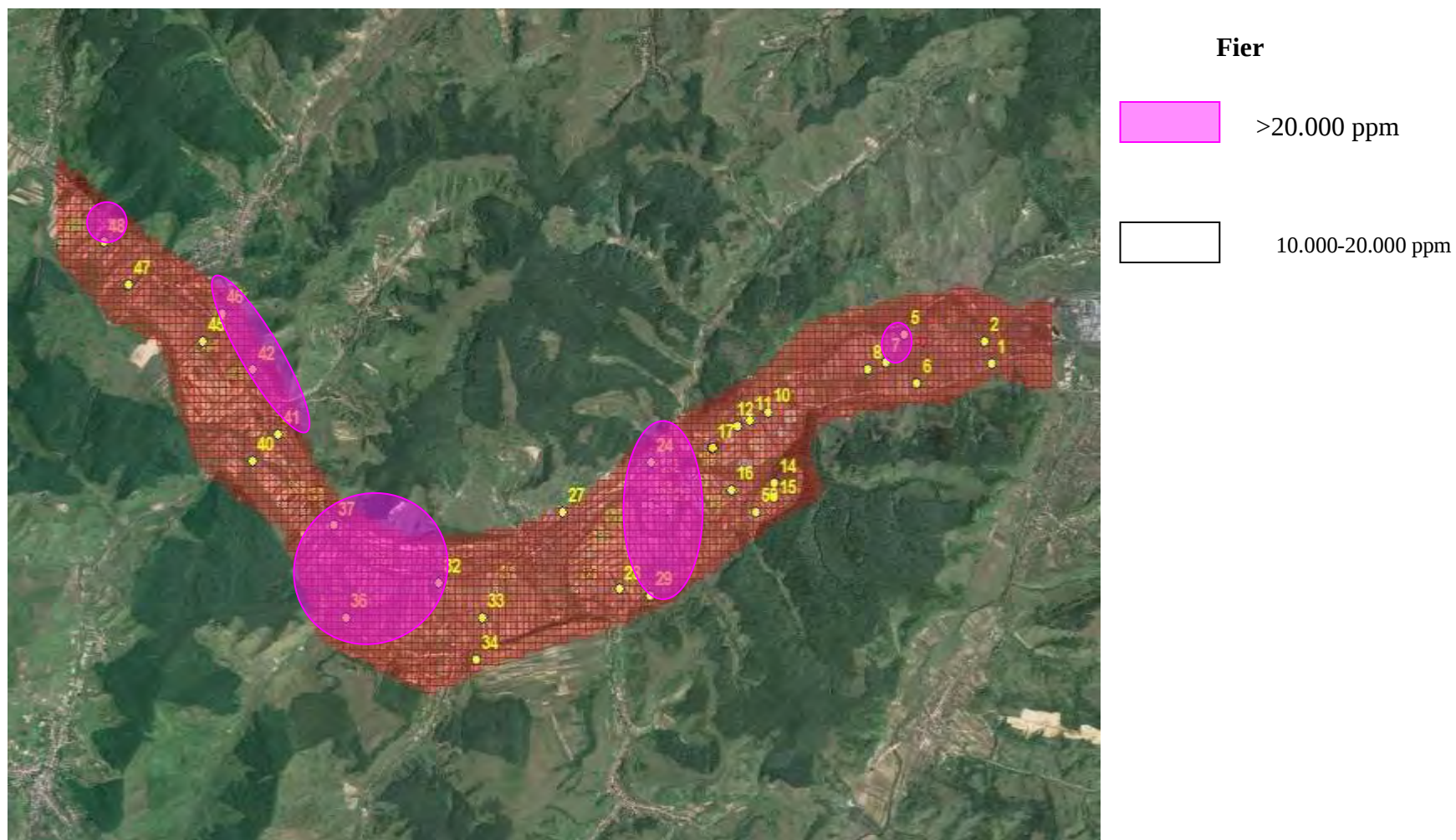


Figura 16a. Distributia fierului in zona Copsa Mica

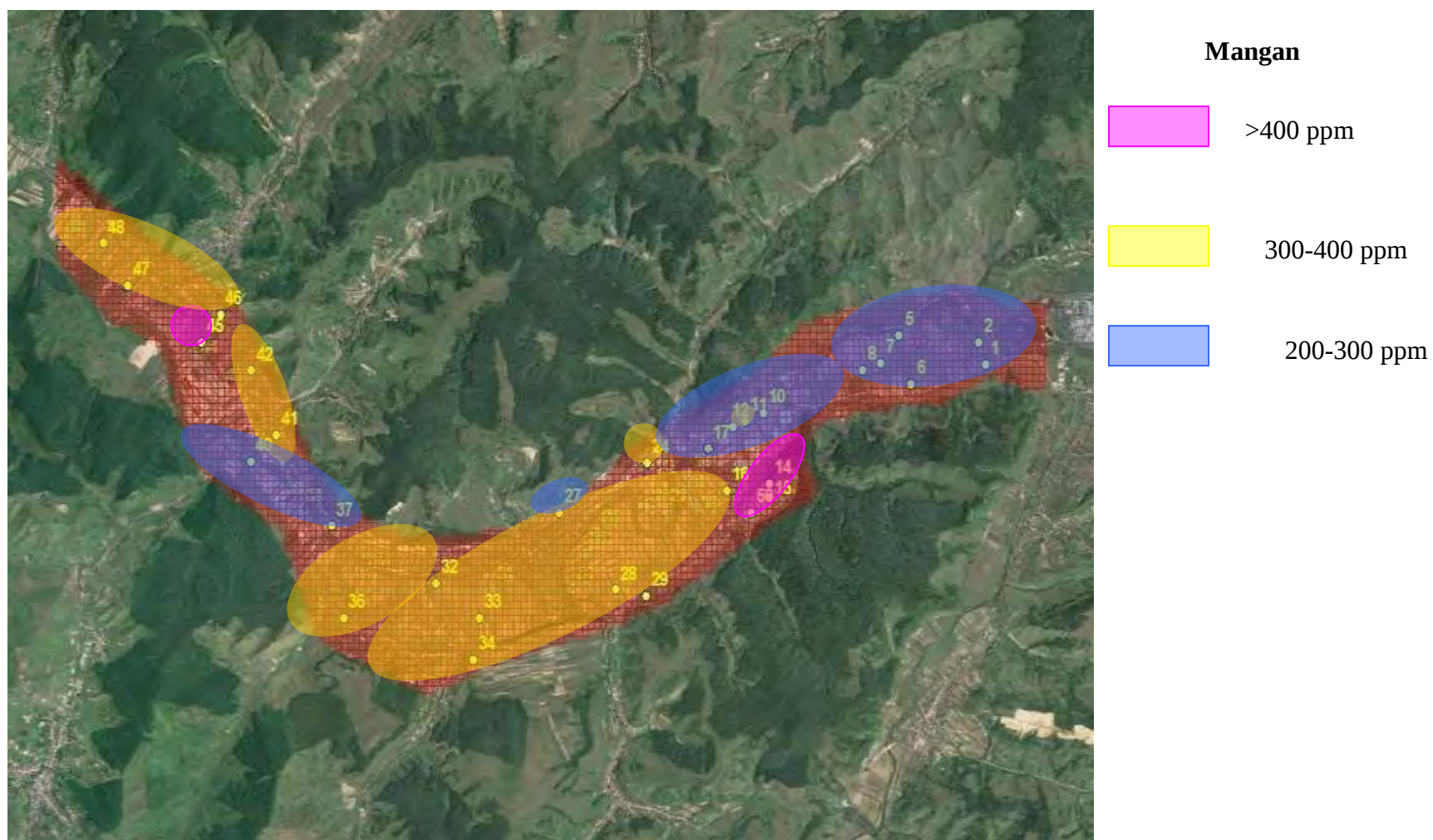


Figura 17.a Distributia manganului in zona Copsa Mica

METODOLOGIE PENTRU IDENTIFICAREA ZONELOR CONTAMINATE LA SCARA REGIONALA PRIN ANALIZA IMAGINILOR SATELITARE

1.1. Descrierea zonei de test

Identificarea zonelor contaminate a fost realizata prin analiza imaginilor satelitare pentru o zona de test cu dimensiunea de aproximativ 97 km x 226 km. Aceasta regiune, situata in partea de nord-vest a tarii (Figura 1), cuprinde patru bazine hidrografice, respectiv Aries, Ampoi, Geoagiu si Tarnava (Figura 2).

Coordonatele celor patru puncte care definesc zona de test sunt in Proiectie Stereografica 1970, datum Pulkovo 1942, elipsoid Krasovski 1940 si sunt prezentate in Tabelul 1.



Figura 1. Localizarea bazinelor hidrografice analizate

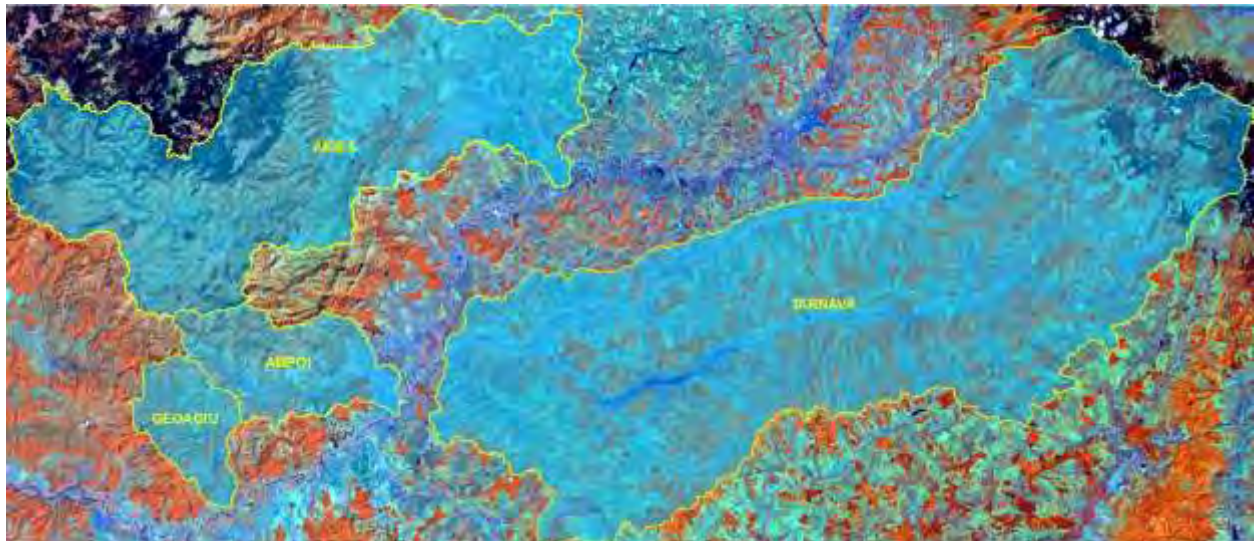


Figura 2. Zona de test cu cele patru bazine hidrografice analizate (imagine de fond Landsat ETM+, anul 2000)

Tabelul 1. Coordonatele zonei de analiza multispectrala la scara regionala pentru identificarea zonelor contaminate (Proiectie Stereografica 1970)

Nr. punct	Coordonate X (m)	Coordonate Y (m)
1.	581.200	321.000
2.	581.200	546.600
3.	483.800	546.600
4.	483.800	321.000

1.2. Datele utilizate pentru elaborarea studiului

Imaginile satelitare utilizate pentru elaborarea metodologiei de identificare a zonelor contaminate si testarea acesteia pe cele patru bazine hidrografice mentionate in paragraful anterior constau in imagini preluate de platformele satelitare Landsat si SPOT.

Imaginile multispectrale Landsat au fost preluate de senzorul TM din orbitele 184/28 si 185/28, in perioada octombrie 2008 – septembrie 2011. In total, au fost descarcate 33 imagini Landsat, disponibile online pe site-ul EROS al USGS (<http://glovis.usgs.gov/>). Dintre acestea, 8 imagini nu au putut fi folosite in procesare deoarece prezentau un procent relativ mare de acoperire cu nori. Imaginile Landsat utilizate in cadrul acestui studiu sunt insotite de urmatorul text referitor la drepturile de autor: "© Data available from the U.S. Geological Survey. Landsat images are courtesy of the U.S. Geological Survey." Imaginile sunt caracterizate de o rezolutie spatiala de 30 m (pentru benzile 1-5 si 7), respectiv 120 m (pentru banda 6). Asupra acestor imagini satelitare au fost aplicate corectii radiometrice si geometrice, care au fost descrise in raportul de cercetare anterior. Nivelul de preprocesare al imaginilor este 1T.

Un numar de 5 imagini satelitare SPOT HRG au fost extrase din arhivele de date ale ROSA (© Astrium Geo-Information Services). Imaginile au o rezolutie spatiala de 10 m multispectral si 5 m in modul pancromatic si au fost achizitionate in perioada 2006-2007.

Lista completa a inregistrarilor satelitare utilizate pentru elaborarea studiului este prezentata in Tabelul 2. De asemenea, caracteristicile senzorilor Landsat TM si SPOT HRG sunt sintetizate in Tabelele 3 si 4.

Tabelul 2. Imagini satelitare utilizate pentru identificarea
zonelor contaminate si analiza multispectrala

Nr. crt.	Platforma satelitara	Senzor	Data preluare	Orbita	Acoperire nori
1.	Landsat	TM	13.06.2009	184 / 28	49%
2.	Landsat	TM	20.06.2009	185 / 28	39%
3.	Landsat	TM	29.06.2009	184 / 28	38%
4.	Landsat	TM	06.07.2009	185 / 28	21%
5.	Landsat	TM	15.07.2009	184 / 28	2%
6.	Landsat	TM	22.07.2009	185 / 28	2%
7.	Landsat	TM	31.07.2009	184 / 28	7%
8.	Landsat	TM	16.08.2009	184 / 28	28%
9.	Landsat	TM	01.09.2009	184 / 28	17%
10.	Landsat	TM	24.09.2009	185 / 28	6%
11.	Landsat	TM	27.11.2009	185 / 28	27%
12.	Landsat	TM	04.04.2010	185 / 28	41%
13.	Landsat	TM	07.06.2010	185 / 28	9%
14.	Landsat	TM	02.07.2010	184 / 28	14%
15.	Landsat	TM	09.07.2010	185 / 28	39%
16.	Landsat	TM	03.08.2010	184 / 28	6%
17.	Landsat	TM	10.08.2010	185 / 28	27%
18.	Landsat	TM	19.08.2010	184 / 28	17%
19.	Landsat	TM	26.08.2010	185 / 28	2%
20.	Landsat	TM	27.09.2010	185 / 28	21%
21.	Landsat	TM	13.10.2010	185 / 28	1%
22.	Landsat	TM	14.11.2010	185 / 28	0%
23.	Landsat	TM	17.01.2011	185 / 28	30%

24.	Landsat	TM	23.04.2011	185 / 28	9%
25.	Landsat	TM	25.05.2011	185 / 28	32%
26.	Landsat	TM	19.06.2011	184 / 28	17%
27.	Landsat	TM	26.06.2011	185 / 28	40%
28.	Landsat	TM	12.07.2011	185 / 28	2%
29.	Landsat	TM	06.08.2011	184 / 28	16%
30.	Landsat	TM	13.08.2011	185 / 28	5%
31.	Landsat	TM	22.08.2011	184 / 28	0%
32.	Landsat	TM	29.08.2011	185 / 28	2%
33.	Landsat	TM	07.09.2011	184 / 28	47%
34.	SPOT	HRG	13.07.2006	85 / 256	N/A
35.	SPOT	HRG	07.09.2006	86 / 257	N/A
36.	SPOT	HRG	04.10.2006	84 / 256	N/A
37.	SPOT	HRG	19.10.2006	84 / 255	N/A
38.	SPOT	HRG	18.07.2007	88 / 257	N/A

Tabelul 3. Caracteristicile senzorului Landsat TM

Banda spectrala	Rezolutie spectrala (µm)	Rezolutie spatiala (m)
1 (albastru)	0,45 - 0,52	30 x 30
2 (verde)	0,52 - 0,60	30 x 30
3 (rosu)	0,63 - 0,69	30 x 30
4 (infrarosu apropiat)	0,76 - 0,90	30 x 30
5 (infrarosu mediu)	1,55 - 1,74	30 x 30
6 (infrarosu termic)	10,40 - 12,50	120 x 120
7 (infrarosu departat)	2,08 - 2,35	30 x 30

Tabelul 4. Caracteristicile senzorului SPOT HRG

Banda spectrala	Rezolutie spectrala (μm)	Rezolutie spatiala (m)
1 (verde)	0,50 - 0,59	10 x 10
2 (rosu)	0,61 - 0,68	10 x 10
3 (infrarosu apropiat)	0,79 - 0,89	10 x 10
4 (pancromatic)	0,51 - 0,73	5 x 5
5 (infrarosu mediu)	1,58 - 1,73	20 x 20

1.3. Analiza imaginilor satelitare

În vederea elaborării unei metodologii de identificare (semi-)automată a zonelor contaminate au fost investigate următoarele metode de analiză/interpretare sau procesare a înregistrărilor satelitare: calculul indicelui de vegetație NDVI, analiza multitemporală a răspunsului spectral în infrarosu apropiat împreună cu tehnici de ameliorare a imaginii, change detection, clasificare nesupervizată, analiza componentelor principale și crearea unor noi imagini prin realizarea unor operații aritmetice cu benzi spectrale.

Înainte de parcurgerea acestor metode de analiză au fost efectuate operații de transformare a imaginilor satelitare din proiecție UTM (Universal Transverse Mercator), zonele 34 și 35 N, elipsoid WGS84 în proiecție Stereografică 1970, datum Pulkovo 1942, elipsoid Krasovski 1940. De asemenea, au fost efectuate corecții atmosferice. Între senzorul de preluare a înregistrărilor de teledetectie și Pamânt se află un strat gros de aer care nu este niciodată complet transparent. Aceasta este alterată într-un anumit grad de prezență anumitor particule, fie solide fie produse prin condensarea vaporilor de apă, care provoacă difuzarea luminii în atmosferă condiționând claritatea aerului. Mediul acesta tulbure reduce contrastul detaliilor obiectului înregistrat. Acest mediu alterat poartă numele de val atmosferic și se datorează prezenței în atmosferă a diferitelor particule străine [Badea, 2010]. Eliminarea efectului atmosferei se poate realiza prin mai multe metode, care pot fi împărțite în două categorii principale: metode prin care se aplică corecții absolute și metode prin care se efectuează o normalizare relativă. Una dintre cele mai utilizate și mai simple metode de eliminare a efectului atmosferei este cea denumită Dark Object Subtraction (DOS). Metoda constă în ameliorarea imaginilor satelitare prin etalarea interactivă a histogramei corespunzătoare fiecărei benzi spectrale. Valoarea minimă a reflectanței spectrale este identificată în fiecare bandă și înlocuită cu valoarea zero [Akhter, 2006], [Jiang, 2010].

1.3.1. Calculul indicelui de vegetatie normalizat

Indicele de vegetatie normalizat NDVI este calculat pe baza raspunsului spectral al vegetatiei in domeniile vizibil rosu (R) si infrarosu apropiat (IR_a). Formula de calcul a indicelui NDVI este [Badea, 2010]:

$$NDVI = \frac{IR_a - R}{IR_a + R}$$

NDVI este utilizat pentru a masura si monitoriza cresterea plantelor, acoperirea cu vegetatie si cantitatea de biomasa la un moment dat prin utilizarea datelor multispectrale. Valorile indicelui NDVI pentru un pixel se gasesc intotdeauna in intervalul [-1, 1], insa niciodata frunzele verzi nu au valori apropiate de zero. Valoarea zero a indicelui NDVI inseamna ca nu exista vegetatie, iar valorile apropiate de 1 (0,8 – 0,9) indica densitatea maxima posibila pentru frunze verzi. De regula, indicele NDVI are valori cuprinse intre 0,05 si 0,66. Norii, zapada si suprafetele luminoase neacoperite de vegetatie prezinta valori ale indicelui NDVI mai mici ca 0 [Badea, 2010].

Aceasta metoda de analiza a fost aplicata pe toate imaginile Landsat mentionate in Tabelul 2, cu exceptia celor care prezentau un procent prea mare de acoperire cu nori. **Rezultatele obtinute in urma aplicarii acestei metode de investigare nu sunt concludente si nu pot fi folosite pentru identificarea contaminarii cu metale grele a agrosistemelor.**

1.3.2. Analiza multitemporala a raspunsului spectral in infrarosu apropiat

Toate categoriile de obiecte de la suprafata Terrei au proprietatea de absorbi o parte a radiatiei electromagnetice, in functie de aceasta fiind definita semnatura spectrala a obiectului respectiv. Pe baza cunostintelor referitoare la categoriile de radiatii cu lungimi de unda absorbite si reflectate este posibila analiza si interpretarea imaginilor de teledetectie. Elementele care stau la baza acestor analize sunt urmatoarele: lungimea de unda, intensitatea radiatiei incidente, caracteristicile obiectelor si elementelor (in particular caracteristici de absorbtie) si orientarea acestor obiecte si elemente in raport cu pozitia soarelui sau a sursei de iluminare [Badea, 2010].

Imaginea digitala este compusa din puncte carora le sunt asociate valori care descriu parametrii semnificativi referitori la suprafata terestra: reflectivitatea radiatiei elector-magnetice, temperatura de suprafata emisivitatea obiectelor, continutul de vapori de apa, elemente topografice de altitudine. Fiecarui pixel ii este asociat un numar (cuanta) care descrie radiatia medie a obiectului sau partilor de obiecte care se regasesc in suprafata de teren corespunzatoare pixelului respectiv. Acest numar reprezinta un nivel de gri, iar valorile atribuite sunt etalate de la 0 la 255, adica 256 de valori (in cazul informatiei codate pe 8 biti). Cu cat suprafata acoperita de un pixel este mai mica cu atat peisajul este pastrat si reprezentat cu mai multa precizie (din

punct de vedere geometric). De fapt, aceasta arata ca dimensiunea scazuta a pixelului are ca efect reproducerea mai precisa a elementelor din natura. Fiecare celula (denumita in limbaj informatic pixel) este identificata cu usurinta printr-o referinta imagine unica (linie/coloana). Pe langa coordonatele imagine, reprezentarea tip raster contine si o valoare numerica ce poate fi dupa caz: valoarea radiometrica (pentru imaginile de teledetectie), nivelul de gri pentru imaginile scanate, sau, in cazul imaginilor clasificate, un cod numeric corespunzator unui atribut descriptiv. Suprafata de teren care este acoperita de un pixel din imagine, aferenta marimii celor mai mici obiecte identificabile cu mijloacele tehnice respective, caracterizeaza imaginea din punct de vedere al rezolutiei [Badea, 2010].

Conform studiilor efectuate pana in prezent, semnatura spectrala a cuprului poate fi identificata in intervalul infrarosu apropiat al spectrului electromagnetic. Astfel, pragul maxim de absorbtie se situeaza la $0.80\ \mu\text{m}$ [Roy si altii, 2006]. In cadrul prezentului studiu a fost realizata o analiza multitemporala folosind banda 4 (NIR – near infrared) a senzorului Landsat TM. Un prag de absorbtie de $0.80\ \mu\text{m}$ corespunde unui raspuns spectral cu valoarea 73. Pentru realizarea analizei a fost delimitat un interval cuprins intre nivelele de gri 67 si 90. Izolarea plajelor de valori intr-un domeniu monospectral se efectueaza pe baza histogramei, prin etalarea interactiva a acesteia.

In contextul prelucrarii de imagini, histograma se refera la statistica valorilor intensitatii pixelilor. Histograma este un instrument grafic folosit in statistica descriptiva cu ajutorul caruia este vizualizata o distributie de frecventa. Distributia de frecventa are ca semnificatie numarul de evenimente statistice pe clase (grupe) de evenimente [Badea, 2010].

Metoda aplicata in acest studiu de caz a oferit rezultate bune, insa limitarile de rezolutie spectrala si/sau geometrica ale imaginilor de teledetectie nu permit separarea stricta prin praguri absolute a doua clase vecine din punct de vedere radiometric. In cazul teledetectiei, trebuie tinut seama de faptul ca subiectele sunt obiecte/fenomene caracterizate printr-o variabilitate specifica peisajului analizat, care este influentata in foarte mare masura de conditiile mediului natural in momentul inregistrarii. Se observa faptul ca exista un interval de incertitudine a discriminarii care trebuie analizat cu atentie pentru a evita confuziile privind apartenenta la una din clasele predefinite [Badea, 2010]. **O separare stricta a zonelor afectate de poluare nu a fost posibila.**

1.3.3. Change detection

Prin analiza peisajului aceluiasi areal, folosind imagini achizitionate la date diferite dupa un calendar precis, este posibila elaborarea unor proceduri analitice care evidentiaza variatii temporale relevate de raspunsul spectral specific datei respective. Astfel, se pot discrimina clase de obiecte al caror comportament spectral se modifica in timp datorita variabilitatii factorilor: naturali (variatii sezoniere) sau antropici (modificarea peisajului) [Badea, 2010].

Metoda a fost aplicata pe inregistrari Landsat TM si a oferite rezultate bune privind identificarea schimbarilor survnute in nivelul de contaminare a parcelelor agricole. Din nou trebuie subliniat faptul ca si aceasta metoda de analiza multispectrala prezinta limitari induse de incertitudinea discriminarii claselor predefinite.

1.3.4. Clasificarea nesupervizata a imaginilor

În cadrul acestei abordări, computerul analizează toate semnaturile spectrale ale tuturor pixelilor din imagine și identifică areale cu pixeli care au valori similare. Utilizatorul poate impune criterii de clasificare (număr de clase, număr de iterații) care să permită obținerea unor grupări omogene și diferențiate [Badea, 2010]. Numărul de clase este stabilit în urma unei inspecții vizuale a imaginilor satelitare sau folosind baze de date privind acoperirea/utilizarea terenului (baza de date LCCS – land cover classification system, de exemplu).

Metodele de clasificare automate depind în primul rând de regulile pe baza cărora pixelii unei grupări sunt alocati unei clase și exprimă omogenitatea valorilor reflectanței specifice obiectului respectiv. Este nevoie să fie folosite și proceduri bazate pe algoritmi care analizează și valorile pixelilor aflați în vecinătatea grupărilor considerate a fi omogene, în vederea repartizării acestora către clasele de obiecte deja identificate datorită omogenității lor spectrale. Algoritmii care stau la baza clasificării automate depind în primul rând de caracteristicile spectrale ale pixelului, spre deosebire de talie, textură și formă, care sunt caracteristicile obiectelor pe care se bazează interpretarea vizuală. Aceste caracteristici de tip descriptiv sunt destul de greu de încorporat direct în algoritmii digitali de clasificare dacă nu se integrează și informații suplimentare (de exemplu vectori predefiniți). Clasele spectrale din clasificarea nesupervizată sunt discriminate prin calcul automat bazat pe identificarea celor mai ridicate frecvențe de apariție a unei valori spectrale și prin luarea în considerare a criteriului distanței minime dintre clase. Dezavantajul principal al metodei este acela că se bazează exclusiv pe diferențele spectrale, care nu corespund întotdeauna unor obiecte și fenomene specifice peisajului analizat [Badea, 2010].

În cadrul acestui studiu, **clasificarea automată a înregistrărilor Landsat TM nu a oferit rezultate concludente, terenurile agricole contaminate nefiind identificate corect în majoritatea cazurilor.**

1.3.5. Analiza componentelor principale

Această metodă permite separarea în neocanale care regroupează elementele necorelate din imaginea de origine. Rezultă, astfel, benzi spectrale separate care evidențiază categorii de zgomot separate în condițiile micșorării dimensiunilor seturilor de date. Analiza componentelor principale este un procedeu utilizat pentru reprezentarea mai eficientă a informației conținută de imaginile multispectrale de teledetecție [Badea, 2010]. Obiectivele acestui procedeu constau în reducerea numărului de benzi spectrale și identificarea unor noi elemente semnificative în procesul de interpretare și analiză a imaginilor multispectrale [Akhter, 2006], [Badea, 2010]. Analiza componentelor principale reprezintă un procedeu de prelucrare preliminară a imaginilor multispectrale, în vederea interpretării vizuale sau automate (clasificare supervizată/nesupervizată) a acestora. Acest procedeu reduce timpul de procesare și mărește precizia clasificării automate. Reducerea numărului de benzi la unei imagini multispectrale este realizată prin eliminarea informației redundante. Noile benzi spectrale care rezultă în urma acestei analize statistice poartă numele de componente principale. Prin analiza componentelor principale se maximizează volumul de informație conținut de benzile spectrale originale prin utilizarea unui număr cât mai mic de componente principale. Din punct de vedere matematic, analiza

componentelor principale presupune transformarea unui numar de variabile corelate intr-un numar mai mic de variabile necorelate (independente) [Badea, 2010]. Analiza componentelor principale pentru imaginile multispectrale de teledetectie releva faptul ca un procent foarte mare de informatie este concentrat in primele doua sau trei componente principale. De exemplu, in cazul imaginilor Landsat Thematic Mapper (TM), cele trei benzi spectrale din domeniul vizibil (benzile 1, 2 si 3) sunt puternic corelate, ceea ce inseamna ca in proportie foarte mare ofera aceeasi informatie. Acest fapt constituie un dezavantaj in procesul de clasificare a imaginilor. Prin urmare, cele trei benzi spectrale originale pot fi inlocuite cu o singura imagine obtinuta prin transformarea acestora in componente principale, fara a fi pierduta o cantitate semnificativa de informatie. In urma cercetarilor efectuate, a fost descoperit faptul ca toate benzile spectrale ale senzorului TM pot fi transformate in trei componente principale care contin un procent de 90% din informatia stocata de cele sapte benzi originale [Badea, 2010]. **Analiza componentelor principale a fost realizata pe baza imaginilor SPOT HRG si a condus la rezultate bune, cu rezerva ca nu numai zonele contaminate au putut fi identificate ci si alte elemente care prezinta o semnatura spectrala similara.** Au fost generate imagini noi PC1, PC2, PC3, PC4, iar in combinatia spectrala PC4-PC3-PC2 elementele contaminate pot fi identificate vizual cu usurinta.

1.3.6. Operatii aritmetice cu benzi spectrale

Acest tip de analiza a informatiilor continute de imaginile satelitare implica impartirea valorilor raspunsului spectral dintr-o banda la valorile continute de o alta banda spectrala. Prin aceasta metoda sunt evidentiata variatiile mici de reflectanta spectrala care pot semnifica prezenta unui anumit fenomen si care, printr-o alta metoda de analiza, nu ar fi putut fi identificat [Kaiser si altii, 2008]. Unul dintre aceste este reprezentat de contaminarea cu metale grele. Combinatia spectrala RGB compusa din noile imagini generate prin divizarea benzilor spectrale (7,5), (5,4), respectiv (3,2) ale Landsat TM ofera rezultate bune in identificarea zonelor contaminate [Jiang, 2010]. De asemenea, in literatura de specialitate este recomandata utilizarea rapoartelor (2,3) si (4,3) pentru benzile spectrale Landsat TM si generarea unei noi imagini in care sunt evidentiata diferentele dintre acestea [Slonecker si altii, 2010]. **In urma aplicarii acestei metode, rezultatele obtinute nu au putut fi utilizate pentru identificarea cu precizie a zonelor contaminate.**

1.3.7. Concluzii

Dintre cele sase metode de analiza/interpretare sau procesare a imaginilor satelitare Landsat TM si SPOT HRG investigate in vederea elaborarii unei metodologii de interpretare automata a imaginilor, cele mai bune rezultate au fost obtinute prin analiza multitemporala a raspunsului spectral in infrarosu apropiat (folosind etalarea interactiva a histogramei pentru izolarea intervalului de valori) si prin analiza componentelor principale.

ANALIZA MULTISPECTRALA A IMAGINILOR SATELITARE PENTRU PATRU BAZINE HIDROGRAFICE



Figura 3. Bazinul hidrografic Aries (imagine de fond Landsat ETM+, anul 2000)

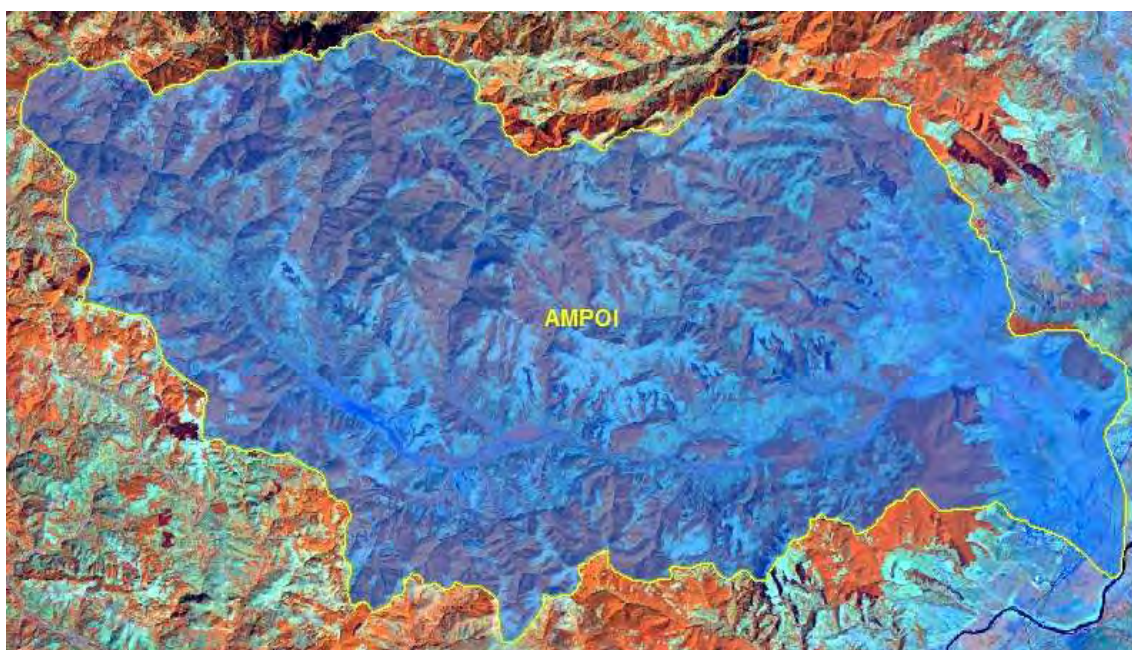


Figura 4. Bazinul hidrografic Ampoi (imagine de fond Landsat ETM+, anul 2000)



Figura 5. Bazinul hidrografic Geoagiu (imagine de fond Landsat ETM+, anul 2000)

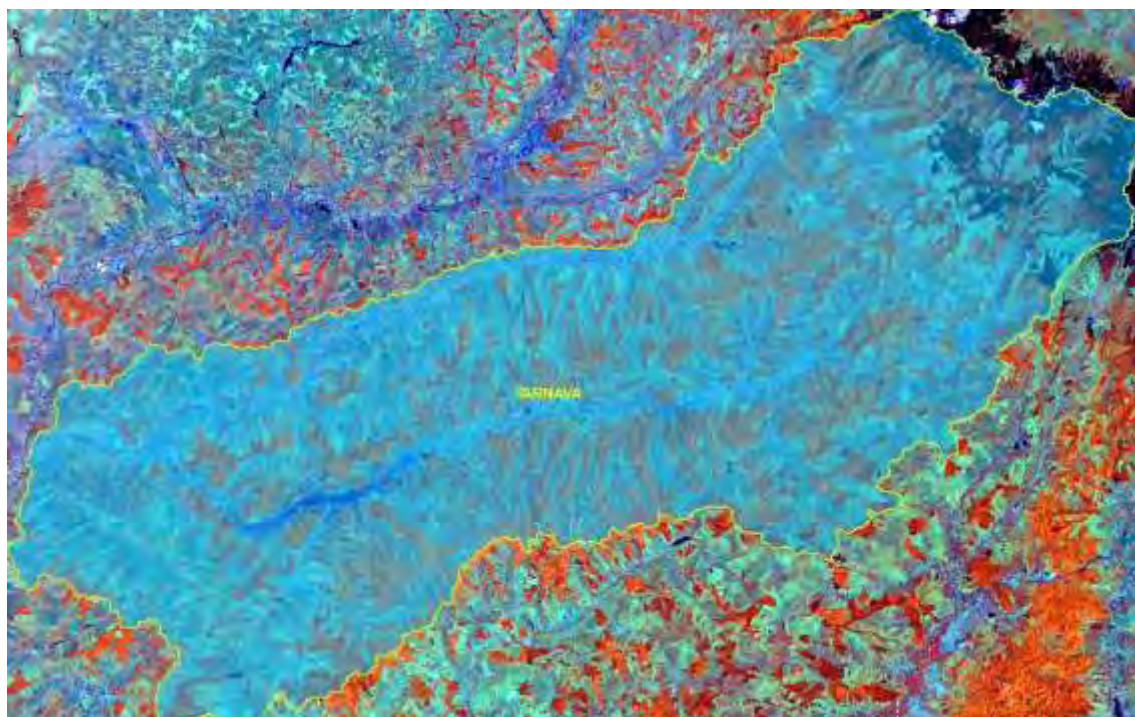


Figura 6. Bazinul hidrografic Tarnava (imagine de fond Landsat ETM+, anul 2000)

Toate cele sase metode de analiza/interpretare au fost aplicate pentru cele patru bazine hidrografice. Au fost utilizate atat imagini Landsat TM, cat si SPOT HRG. In figurile urmatoare sunt ilustrate rezultatele obtinute la analiza componentelor principale. Zonele contaminate sunt reprezentate in culoarea cyan.

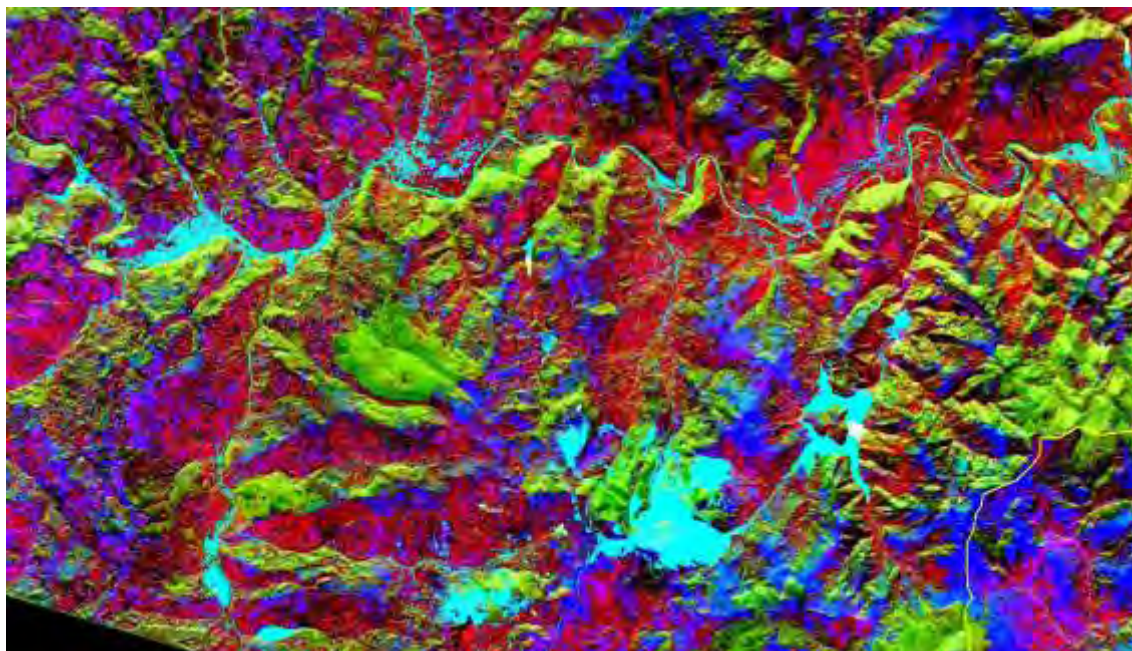


Figura 7. Analiza componentelor principale – Bazinul Aries

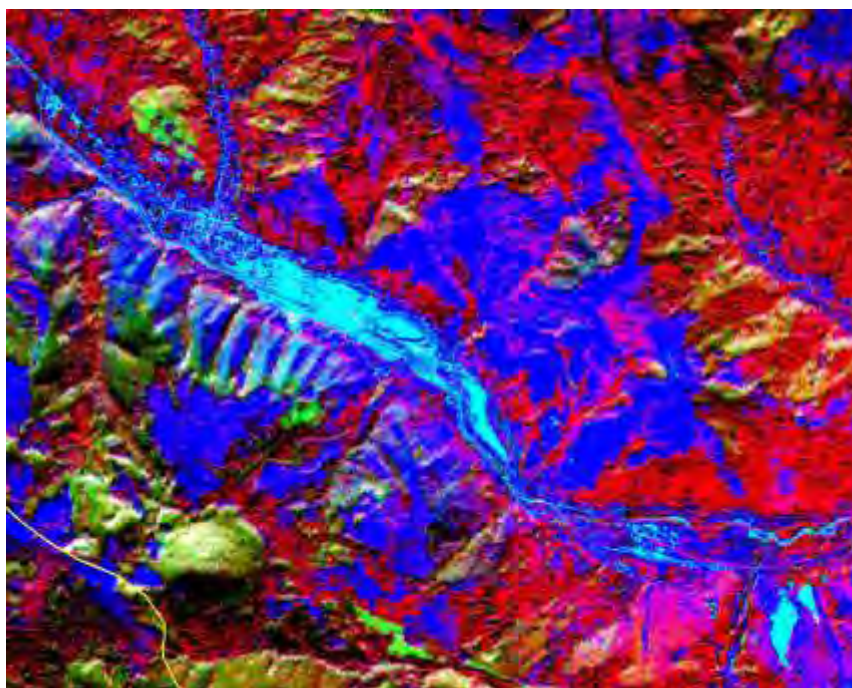


Figura 8. Analiza componentelor principale – Bazinul Ampoi

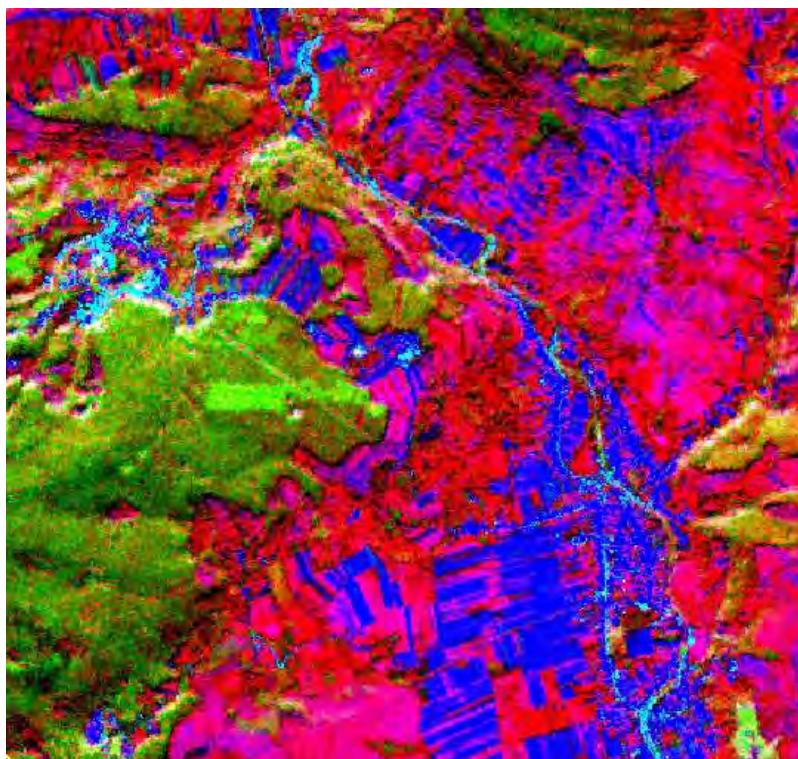


Figura 9. Analiza componentelor principale – Bazinul Geoagiu

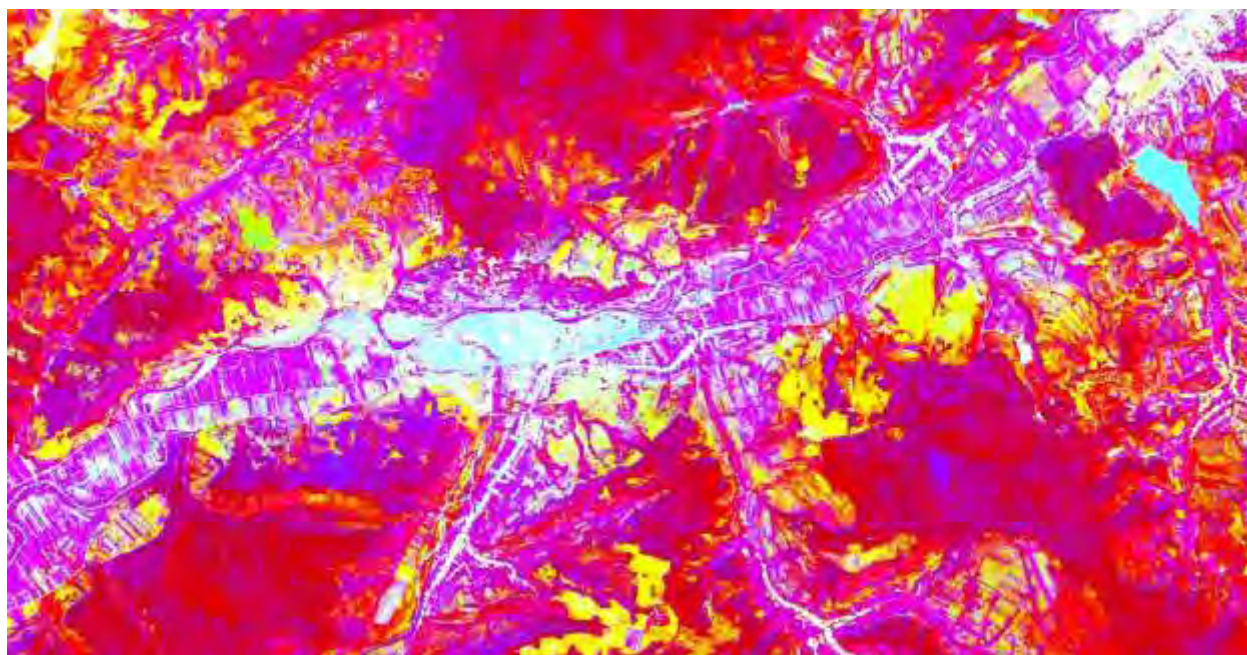


Figura 10. Analiza componentelor principale – Bazinul Tarnava

CORELAREA REZULTATELOR ANALIZEI MULTISPECTRALE CU REZULTATELE DIN 50 DE AGROSISTEME

Lunca Tarnavei – sursa de poluare Copsa Mica

Tabelul 5. Coordonatele zonei de analiza multispectrala
pentru Lunca Tarnavei, sursa de poluare Copsa Mica (Proiectie Stereografica 1970)

Nr. punct	Coordonate X (m)	Coordonate Y (m)
1.	515.000	423.200
2.	515.000	423.200
3.	508.300	444.600
4.	508.300	444.600

Tabelul 6. Imagini satelitare utilizate pentru analiza multispectrala
pentru Lunca Tarnavei, sursa de poluare Copsa Mica

Nr. crt.	Platforma satelitara	Senzor	Data preluare	Orbita	Acoperire nori
1.	Landsat	TM	15.07.2009	184 / 28	2%
2.	Landsat	TM	31.07.2009	184 / 28	7%
3.	Landsat	TM	16.08.2009	184 / 28	28%
4.	Landsat	TM	01.09.2009	184 / 28	17%
5.	Landsat	TM	02.07.2010	184 / 28	14%
6.	Landsat	TM	03.08.2010	184 / 28	6%
7.	Landsat	TM	19.08.2010	184 / 28	17%
8.	Landsat	TM	19.06.2011	184 / 28	17%
9.	Landsat	TM	06.08.2011	184 / 28	16%
10.	Landsat	TM	22.08.2011	184 / 28	0%
11.	SPOT	HRG	17.08.2007	87 / 257	N/A

1.4. Calculul indicelui de vegetatie normalizat NDVI

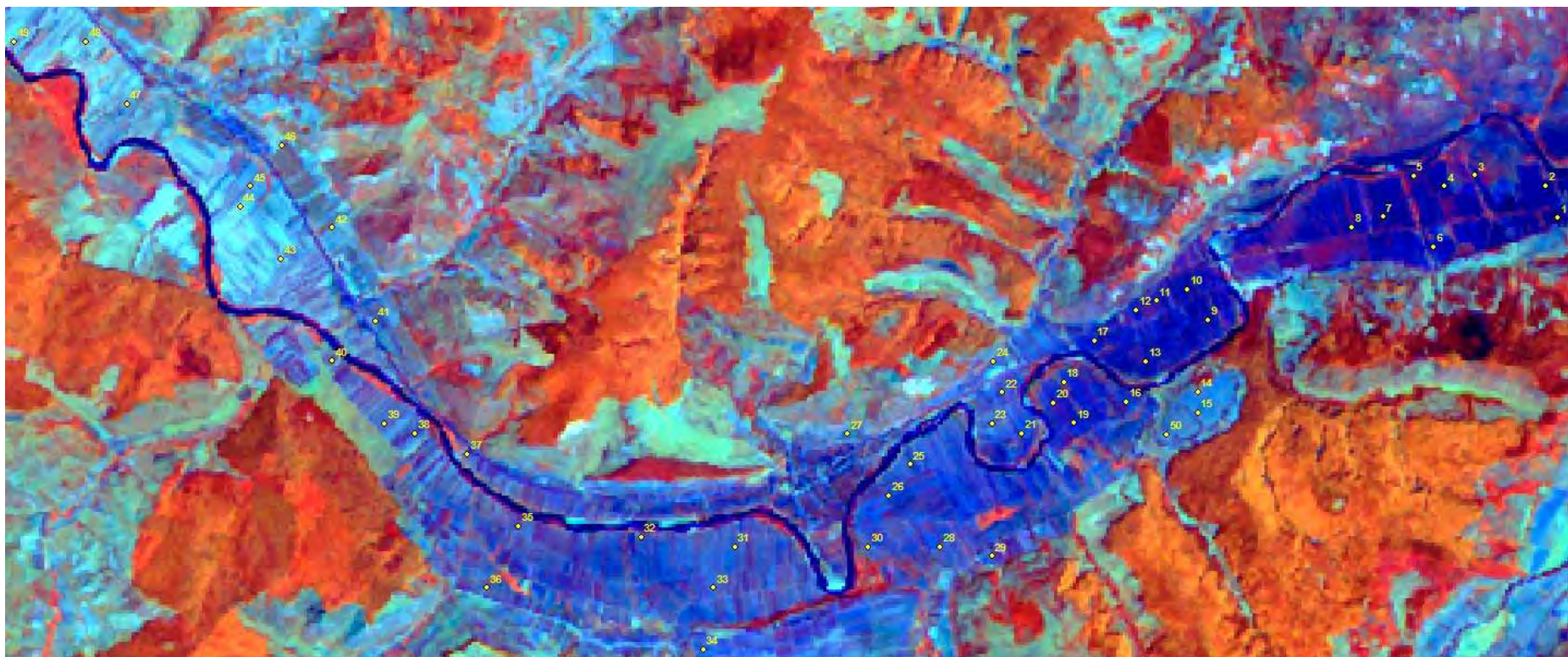


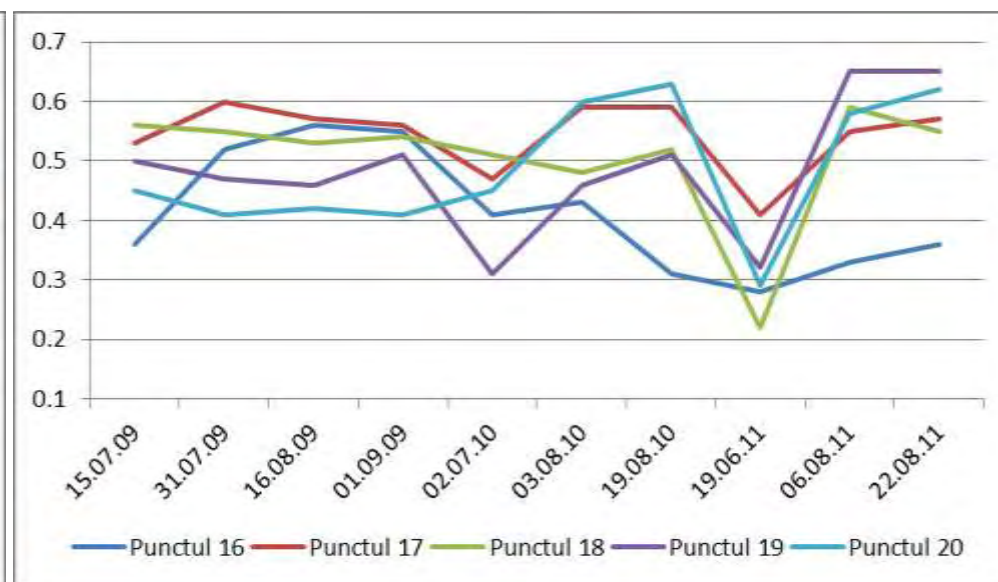
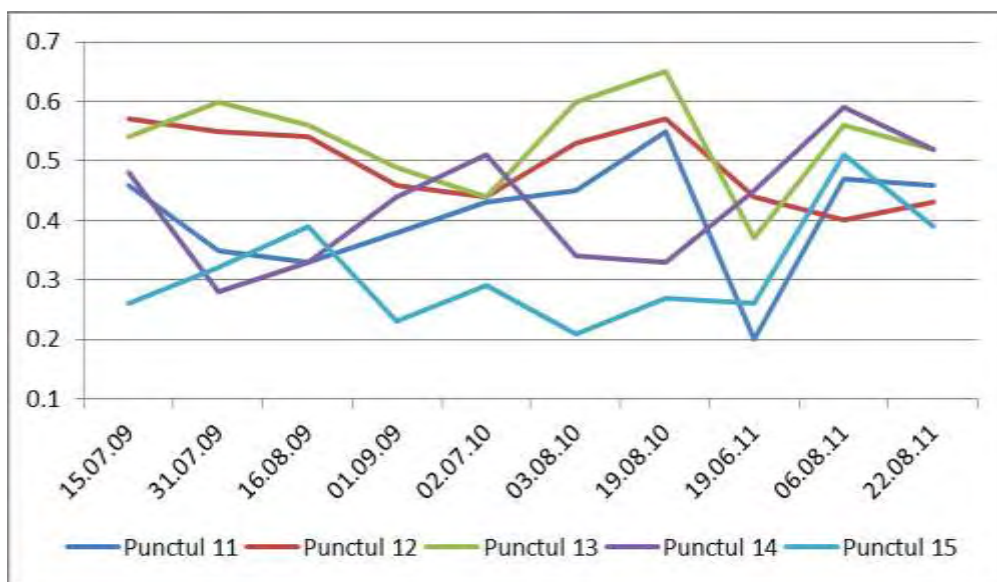
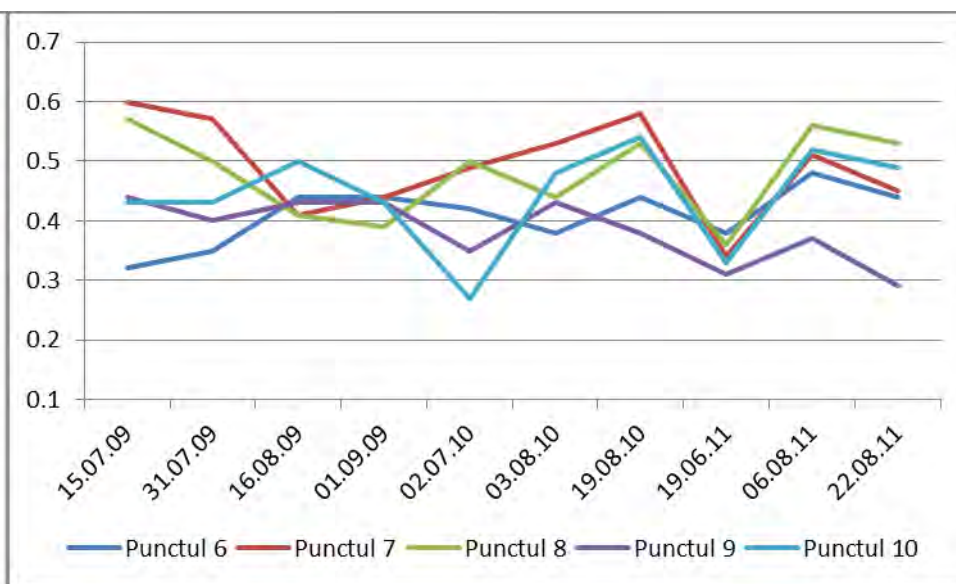
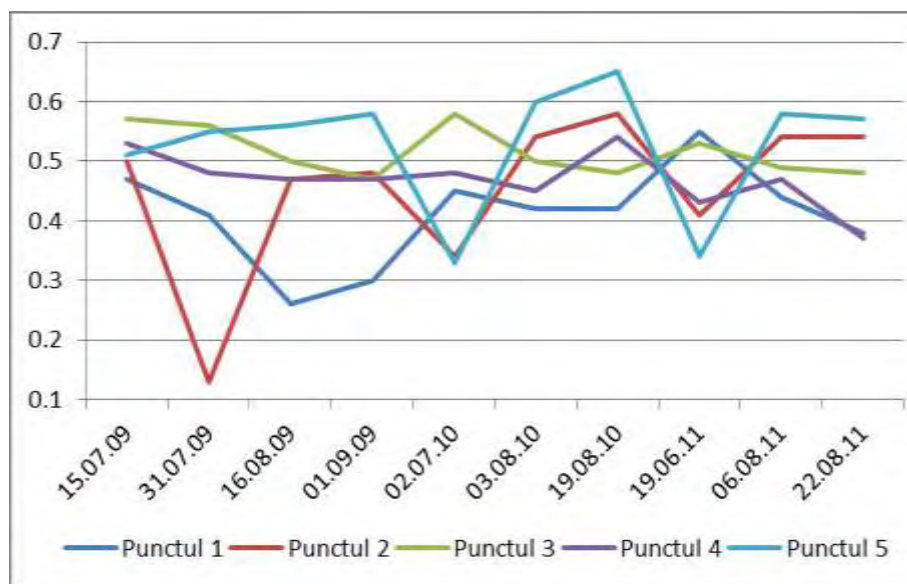
Figura 11. Distributia celor 50 de puncte in care au fost prelevate probe – Lunca Tarnavei, sursa de poluare Copsa Mica
(imagine de fond Landsat ETM+, anul 2000)

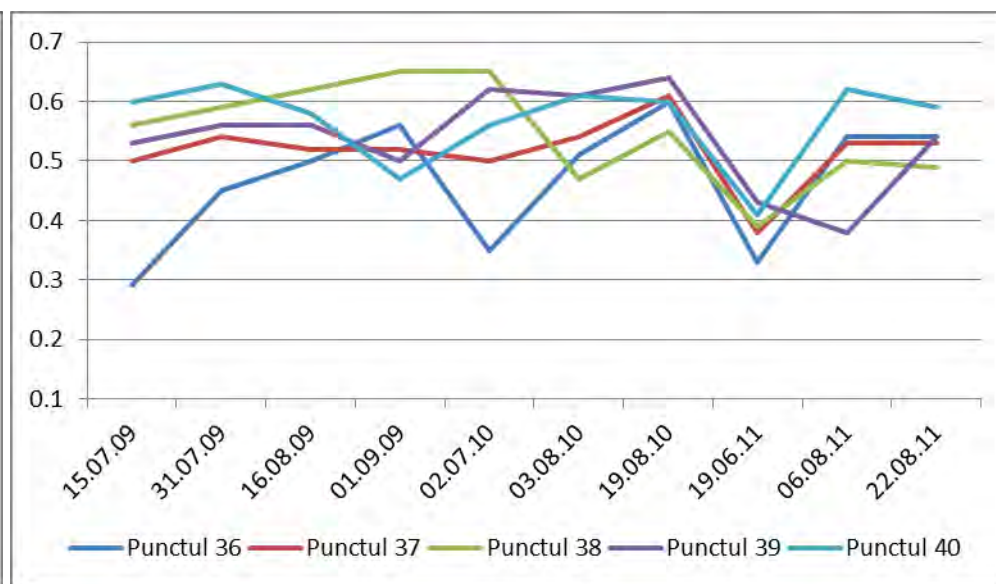
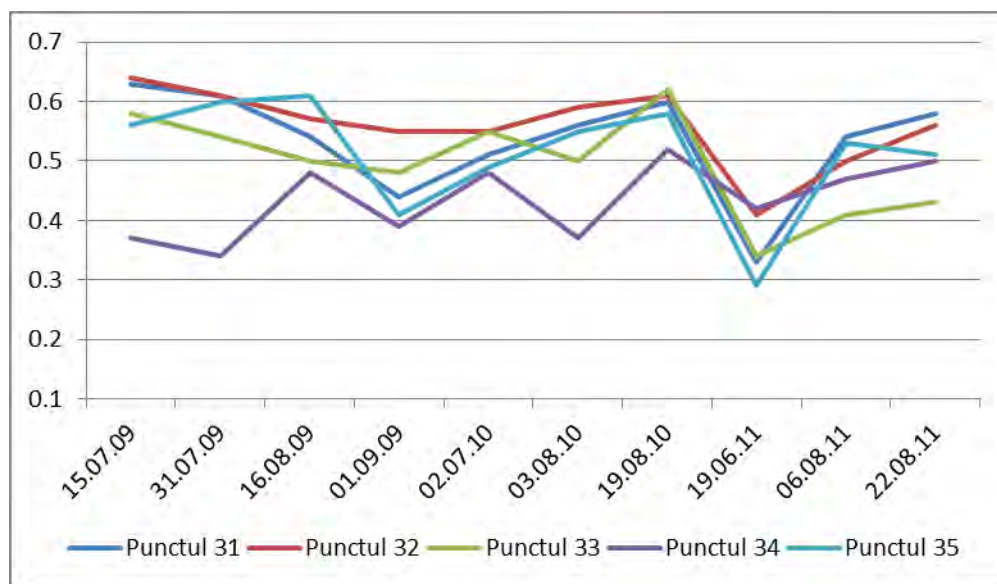
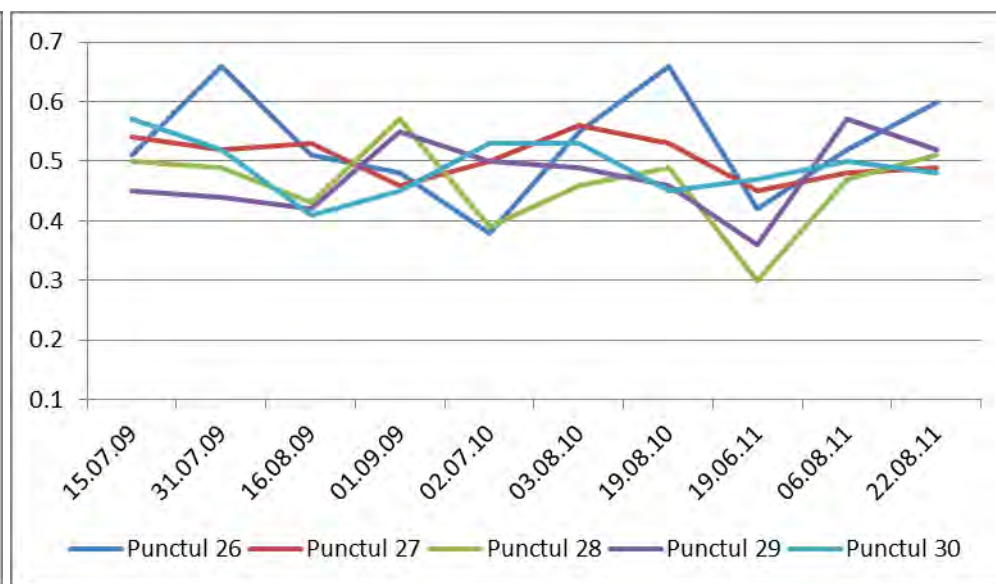
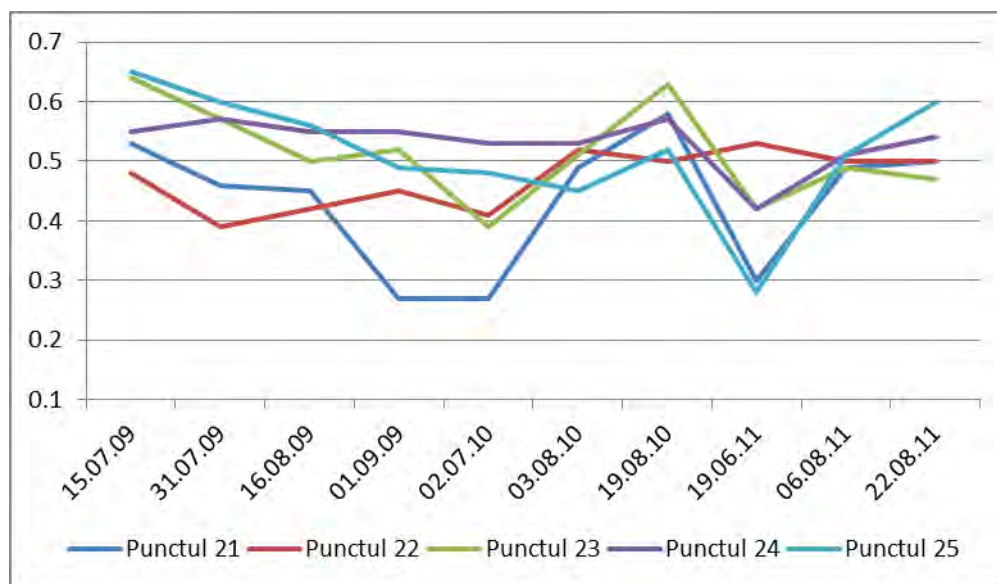
Tabelul 7. Valorile indicelui de vegetatie normalizat (NDVI) in cele 50 de puncte in care au fost prelevate probe

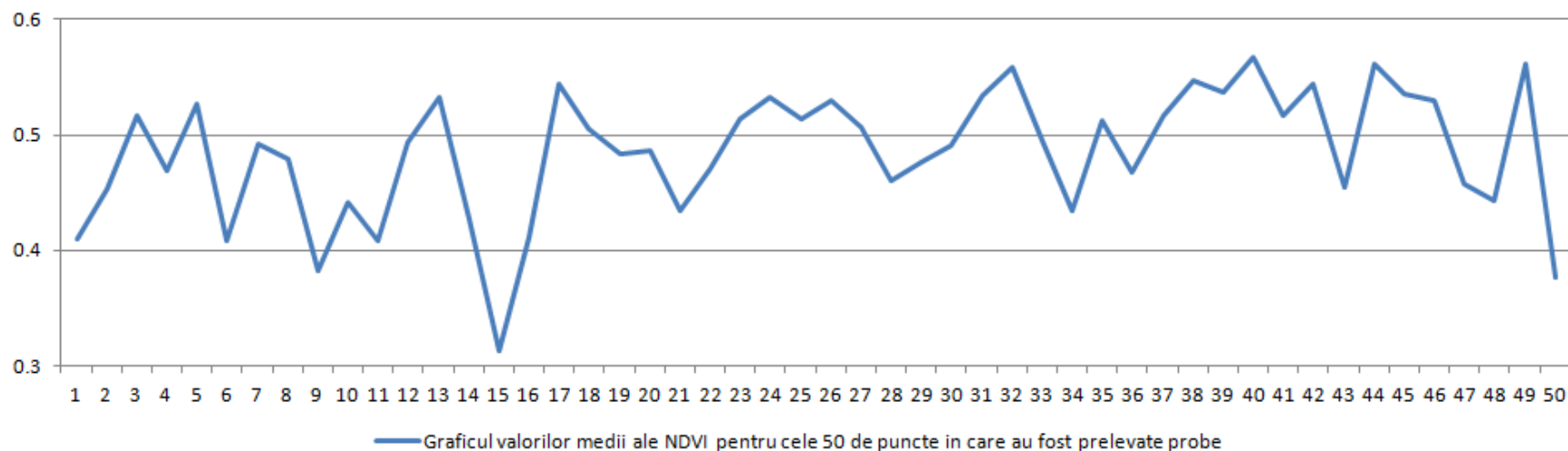
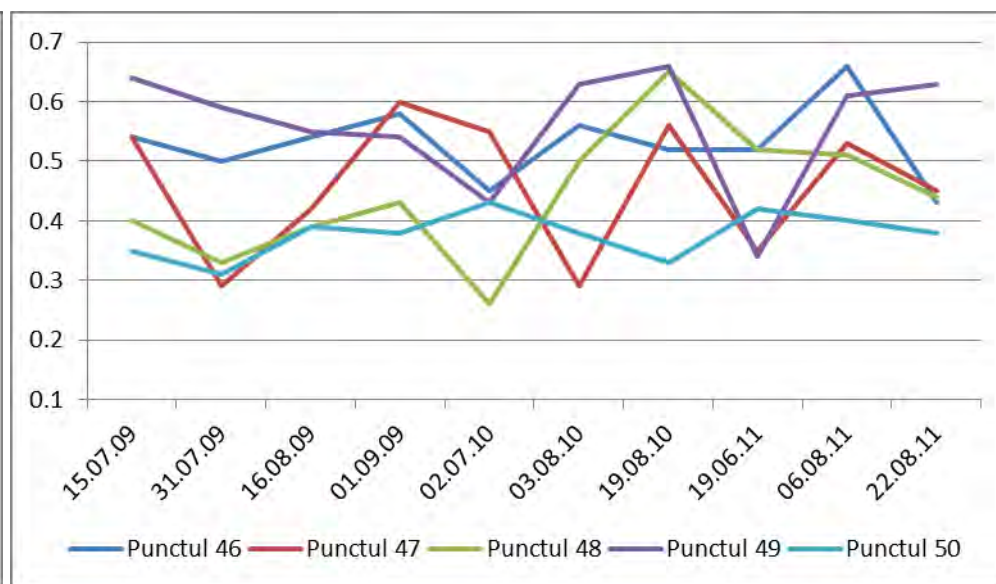
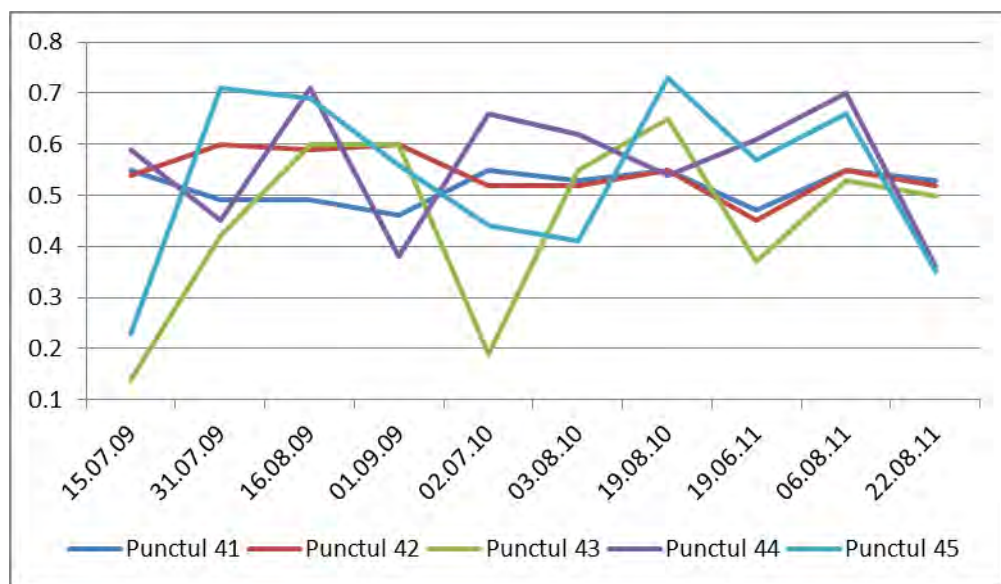
Nr.crt.	15.07.09	31.07.09	16.08.09	01.09.09	02.07.10	03.08.10	19.08.10	19.06.11	06.08.11	22.08.11	Min	Max
1.	0.47	0.41	0.26	0.30	0.45	0.42	0.42	0.55	0.44	0.38	0.26	0.55
2.	0.50	0.13	0.47	0.48	0.34	0.54	0.58	0.41	0.54	0.54	0.13	0.58

3.	0.57	0.56	0.50	0.47	0.58	0.50	0.48	0.53	0.49	0.48	0.47	0.58
4.	0.53	0.48	0.47	0.47	0.48	0.45	0.54	0.43	0.47	0.37	0.37	0.54
5.	0.51	0.55	0.56	0.58	0.33	0.60	0.65	0.34	0.58	0.57	0.33	0.65
6.	0.32	0.35	0.44	0.44	0.42	0.38	0.44	0.38	0.48	0.44	0.32	0.48
7.	0.60	0.57	0.41	0.44	0.49	0.53	0.58	0.34	0.51	0.45	0.34	0.6
8.	0.57	0.50	0.41	0.39	0.50	0.44	0.53	0.36	0.56	0.53	0.36	0.57
9.	0.44	0.40	0.43	0.43	0.35	0.43	0.38	0.31	0.37	0.29	0.29	0.44
10.	0.43	0.43	0.50	0.43	0.27	0.48	0.54	0.33	0.52	0.49	0.27	0.54
11.	0.46	0.35	0.33	0.38	0.43	0.45	0.55	0.20	0.47	0.46	0.20	0.55
12.	0.57	0.55	0.54	0.46	0.44	0.53	0.57	0.44	0.40	0.43	0.40	0.57
13.	0.54	0.60	0.56	0.49	0.44	0.60	0.65	0.37	0.56	0.52	0.37	0.65
14.	0.48	0.28	0.33	0.44	0.51	0.34	0.33	0.45	0.59	0.52	0.28	0.59
15.	0.26	0.32	0.39	0.23	0.29	0.21	0.27	0.26	0.51	0.39	0.21	0.51
16.	0.36	0.52	0.56	0.55	0.41	0.43	0.31	0.28	0.33	0.36	0.28	0.56
17.	0.53	0.60	0.57	0.56	0.47	0.59	0.59	0.41	0.55	0.57	0.41	0.6
18.	0.56	0.55	0.53	0.54	0.51	0.48	0.52	0.22	0.59	0.55	0.22	0.59
19.	0.50	0.47	0.46	0.51	0.31	0.46	0.51	0.32	0.65	0.65	0.31	0.65
20.	0.45	0.41	0.42	0.41	0.45	0.60	0.63	0.29	0.58	0.62	0.29	0.63
21.	0.53	0.46	0.45	0.27	0.27	0.49	0.58	0.30	0.49	0.50	0.27	0.58
22.	0.48	0.39	0.42	0.45	0.41	0.52	0.50	0.53	0.50	0.50	0.39	0.53
23.	0.64	0.57	0.50	0.52	0.39	0.51	0.63	0.42	0.49	0.47	0.39	0.64
24.	0.55	0.57	0.55	0.55	0.53	0.53	0.57	0.42	0.51	0.54	0.42	0.57
25.	0.65	0.60	0.56	0.49	0.48	0.45	0.52	0.28	0.51	0.60	0.28	0.65
26.	0.51	0.66	0.51	0.48	0.38	0.55	0.66	0.42	0.52	0.60	0.38	0.66
27.	0.54	0.52	0.53	0.46	0.50	0.56	0.53	0.45	0.48	0.49	0.45	0.56
28.	0.50	0.49	0.43	0.57	0.39	0.46	0.49	0.30	0.47	0.51	0.30	0.57
29.	0.45	0.44	0.42	0.55	0.50	0.49	0.46	0.36	0.57	0.52	0.36	0.57
30.	0.57	0.52	0.41	0.45	0.53	0.53	0.45	0.47	0.50	0.48	0.41	0.57
31.	0.63	0.61	0.54	0.44	0.51	0.56	0.60	0.33	0.54	0.58	0.33	0.63
32.	0.64	0.61	0.57	0.55	0.55	0.59	0.61	0.41	0.50	0.56	0.41	0.64
33.	0.58	0.54	0.50	0.48	0.55	0.50	0.62	0.34	0.41	0.43	0.34	0.62
34.	0.37	0.34	0.48	0.39	0.48	0.37	0.52	0.42	0.47	0.50	0.34	0.52

35.	0.56	0.60	0.61	0.41	0.49	0.55	0.58	0.29	0.53	0.51	0.29	0.61
36.	0.29	0.45	0.50	0.56	0.35	0.51	0.60	0.33	0.54	0.54	0.29	0.6
37.	0.50	0.54	0.52	0.52	0.50	0.54	0.61	0.38	0.53	0.53	0.38	0.61
38.	0.56	0.59	0.62	0.65	0.65	0.47	0.55	0.39	0.50	0.49	0.39	0.65
39.	0.53	0.56	0.56	0.50	0.62	0.61	0.64	0.43	0.38	0.54	0.38	0.64
40.	0.60	0.63	0.58	0.47	0.56	0.61	0.60	0.41	0.62	0.59	0.41	0.63
41.	0.55	0.49	0.49	0.46	0.55	0.53	0.55	0.47	0.55	0.53	0.46	0.55
42.	0.54	0.60	0.59	0.60	0.52	0.52	0.55	0.45	0.55	0.52	0.45	0.60
43.	0.14	0.42	0.60	0.60	0.19	0.55	0.65	0.37	0.53	0.50	0.14	0.65
44.	0.59	0.45	0.71	0.38	0.66	0.62	0.54	0.61	0.70	0.36	0.36	0.71
45.	0.23	0.71	0.69	0.56	0.44	0.41	0.73	0.57	0.66	0.35	0.23	0.73
46.	0.54	0.50	0.54	0.58	0.45	0.56	0.52	0.52	0.66	0.43	0.43	0.66
47.	0.54	0.29	0.42	0.60	0.55	0.29	0.56	0.35	0.53	0.45	0.29	0.6
48.	0.40	0.33	0.39	0.43	0.26	0.50	0.65	0.52	0.51	0.44	0.26	0.65
49.	0.64	0.59	0.55	0.54	0.43	0.63	0.66	0.34	0.61	0.63	0.34	0.66
50.	0.35	0.31	0.39	0.38	0.43	0.38	0.33	0.42	0.40	0.38	0.31	0.43
										Medie	0.33	0.59







Valorile indicelui de vegetatie normalizat NDVI calculate pe baza a 10 imagini Landsat TM (preluate la 15 iulie 2009, 31 iulie 2009, 16 august 2009, 1 septembrie 2009, 2 iulie 2010, 3 august 2010, 19 august 2010, 19 iunie 2011, 6 august 2011, 22 august 2011), pentru cele 50 de puncte in care au fost prelevate probe in teren, se incadreaza in intervalul 0,13-0,73. Media valorilor minime este de 0,33, iar a celor maxime este de 0,59. Acest interval este considerat normal pentru valorile indicelui NDVI corespunzatoare vegetatiei. Valoarea de 0,13 obtinuta pentru punctul 2 in imaginea din 31 iulie 2009 este provocata de un nor si nu semnifica prezenta unei contaminari in sol. Punctul 15 prezinta valori relativ mici ale indicelui NDVI in cazul imaginilor preluate in perioada 15 iulie 2009 - 19 iunie 2011, ceea ce poate insemna ca parcela corespunzatoare acestui punct este afectata de poluanti. Insa valorile mici ale indicelui de vegetatie normalizat pot fi determinate si de alte cauze. Valori relativ scazute ale indicelui NDVI se intalnesc si in cazul punctelor 41 (in imaginea din 15 iulie 2009) si 43 (in imaginea preluata la 02 iulie 2010). Rezultatele obtinute in urma aplicarii acestei metode de investigare nu sunt concludente si nu pot fi folosite pentru identificarea contaminarii cu metale grele in agrosisteme.

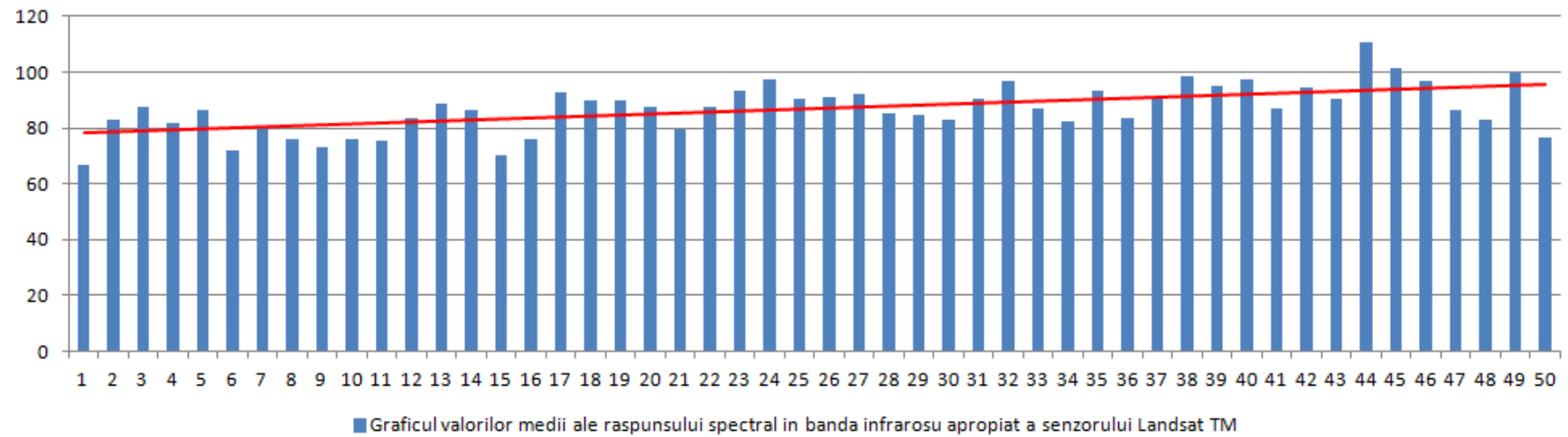
3.2. Analiza multitemporala a raspunsului spectral in infrarosu apropiat

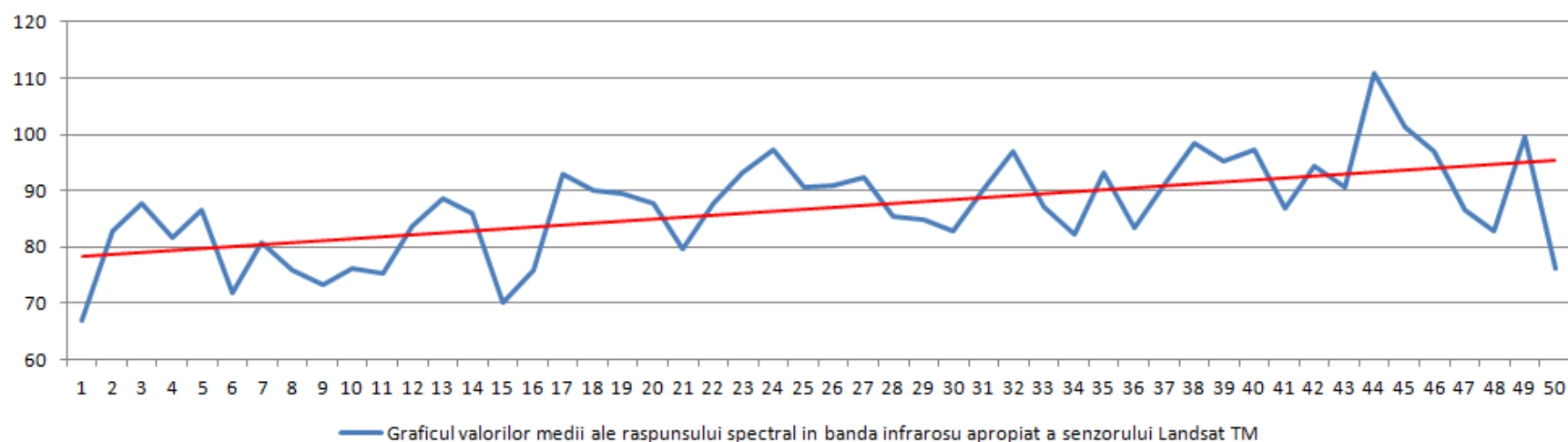
Tabelul 8. Raspunsul spectral in infrarosu apropiat in cele 50 de puncte in care au fost prelevate probe

Nr. crt.	Landsat TM										Valoare medie
	15.07.09	31.07.09	16.08.09	01.09.09	02.07.10	03.08.10	19.08.10	19.06.11	06.08.11	22.08.11	
1.	69	65	46	41	72	68	61	106	77	64	66.9
2.	78	127	72	66	61	86	83	79	95	80	82.7
3.	99	98	81	73	101	83	74	104	87	77	87.7
4.	88	86	75	70	85	79	87	91	89	67	81.7
5.	84	94	85	82	65	95	98	78	97	88	86.6
6.	64	68	69	65	81	67	64	86	82	72	71.8
7.	104	96	69	67	78	84	80	71	87	72	80.8
8.	84	86	58	54	77	69	77	79	95	80	75.9
9.	72	91	76	63	77	74	68	78	74	60	73.3
10.	71	85	82	65	60	82	80	71	87	79	76.2
11.	79	73	65	62	85	79	85	63	84	78	75.3
12.	94	96	84	73	79	84	80	91	79	76	83.6
13.	86	108	91	74	79	100	94	83	93	79	88.7
14.	93	80	74	72	106	75	74	96	102	89	86.1

15.	64	73	73	56	77	59	59	64	93	82	70.0
16.	61	100	93	80	82	76	63	67	72	64	75.8
17.	91	103	95	86	86	100	89	95	96	87	92.8
18.	100	99	89	83	90	82	79	75	106	96	89.9
19.	87	87	76	73	79	81	74	98	127	114	89.6
20.	80	86	76	65	90	104	98	77	101	101	87.8
21.	92	81	74	64	85	75	83	76	84	81	79.5
22.	86	86	85	73	83	93	86	113	91	82	87.8
23.	112	101	96	82	86	87	103	97	87	80	93.1
24.	96	106	94	87	104	98	94	104	96	93	97.2
25.	107	105	91	73	83	86	82	90	93	97	90.7
26.	86	112	81	76	77	97	104	91	89	97	91.0
27.	103	100	88	79	100	98	89	96	90	81	92.4
28.	94	93	75	84	80	86	82	86	89	86	85.5
29.	85	79	73	80	93	88	73	93	96	89	84.9
30.	95	94	71	68	92	88	68	95	84	74	82.9
31.	108	109	81	67	87	97	83	88	94	89	90.3
32.	112	112	95	79	101	100	98	93	91	88	96.9
33.	103	98	82	71	96	87	97	80	82	76	87.2
34.	76	80	86	69	88	76	83	94	89	82	82.3
35.	100	109	102	95	85	94	90	84	88	84	93.1
36.	66	87	82	84	73	89	88	87	91	88	83.5
37.	92	106	89	79	91	90	92	96	92	83	91.0
38.	110	113	111	108	114	85	82	89	90	81	98.3
39.	88	100	92	78	110	107	104	99	82	93	95.3
40.	107	115	97	74	99	102	93	90	105	92	97.4
41.	92	84	79	67	97	91	79	102	94	84	86.9
42.	101	109	96	91	93	93	82	101	92	85	94.3
43.	82	96	95	96	74	97	100	87	94	85	90.6
44.	115	104	128	90	129	112	100	123	131	77	110.9
45.	70	128	127	96	87	79	123	114	119	70	101.3
46.	96	93	87	94	93	97	83	116	123	87	96.9

47.	87	87	82	80	100	73	97	92	89	79	86.6
48.	75	73	68	66	87	88	94	110	90	77	82.8
49.	107	113	97	83	83	106	100	97	108	101	99.5
50.	71	79	73	65	87	80	64	96	84	64	76.3
										Medie	87.0





Valorile medii ale raspunsului spectral cresc pe masura ce punctele sunt situate la o distanta mai mare de sursa de poluare. Pentru izolarea intervalului care corespunde zonelor contaminate a fost realizata etalarea interactiva a histogramei pentru fiecare din cele 10 imagini Landsat TM. Intervalul izolat este cuprins intre valoriel 67-90. In Figurile 13 si 14 se observa ca gradul de contaminare este mai mare in cazul punctelor situate mai aproape de Copsa Mica. Tonurile mai inchise semnifica intensitatea contaminarii.

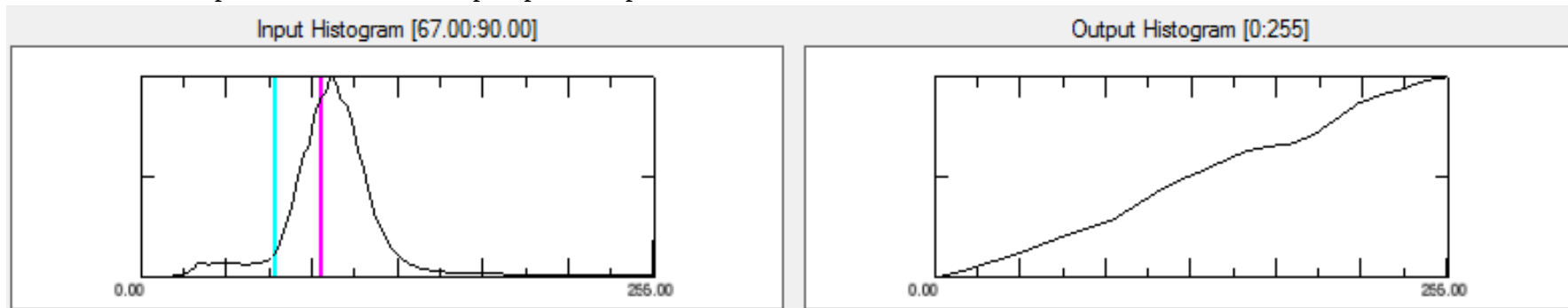


Figura 12. Etalarea interactiva a histogramei

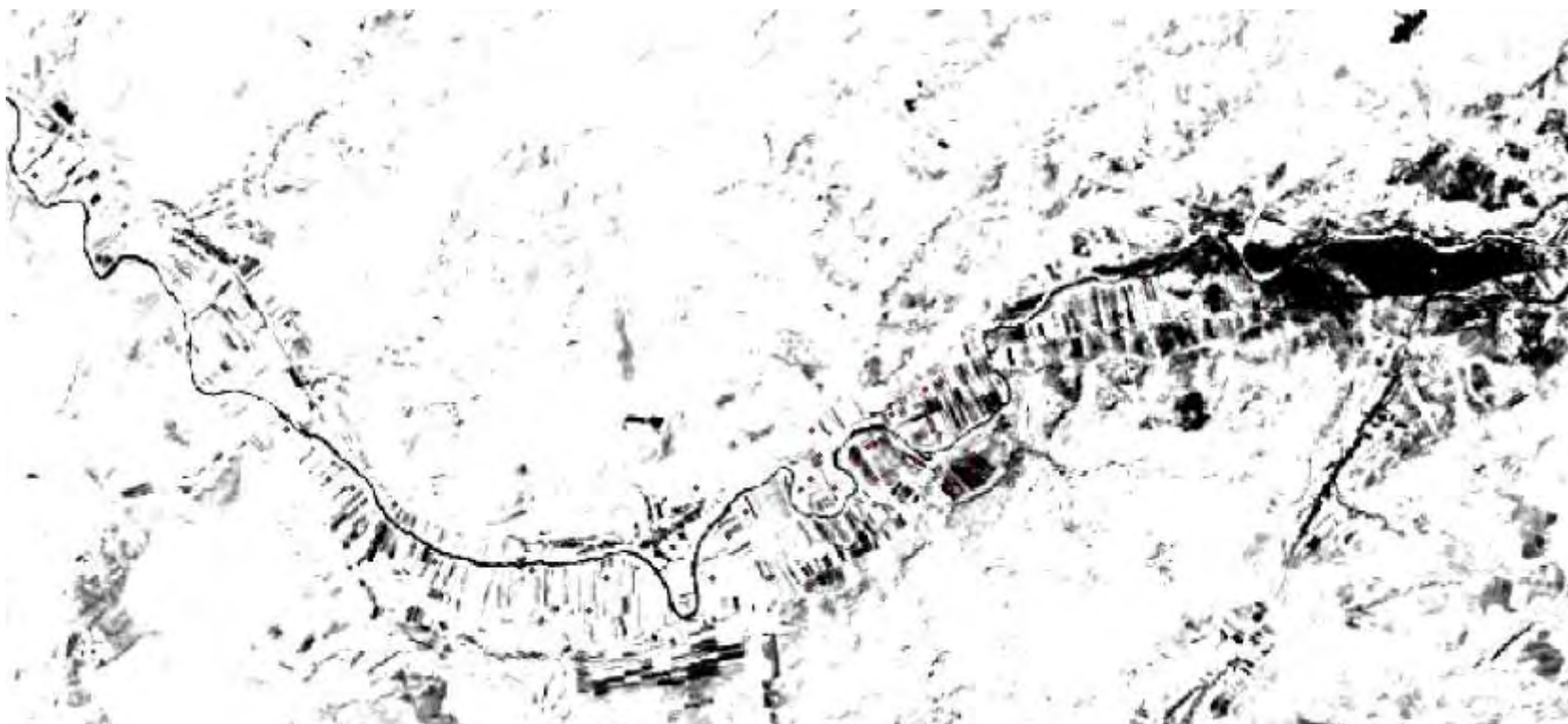


Figura 13. Rezultatul etalarii interactive a histogramei pentru imaginea Landsat TM preluata la 15.07.2009



Figura 14. Rezultatul etalarii interactive a histogramei pentru imaginea Landsat TM preluata la 19.06.2011

3.3. Change detection

Pentru monitorizarea evolutiei nivelului de contaminare a fost realizata analiza de tip change detection. Intervalul supus analizei este 15.07.2009-19.06.2011. Tonurile de gri deschis din Figura 15 semnifica o diminuare cu mai mult de 10% a raspunsului spectral pentru zona de interes Copsa Mica.

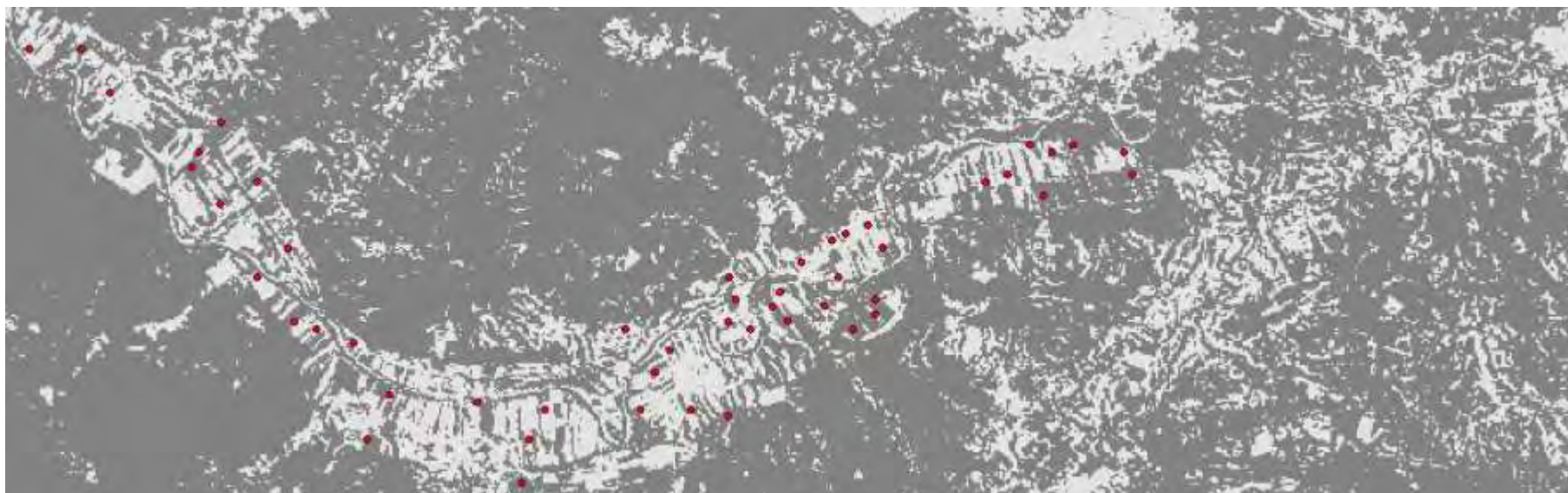


Figura 15. Change detection in banda infrarosu apropiat pentru intervalul 15.07.2009-19.06.2011

3.4. Clasificare nesupervizata

Metoda nu a oferit rezultate concludente deoarece doar pentru un numar foarte mic de puncte clasificarea a fost corecta.

Tabelul 9. Rezultatele clasificarii nesupervizate a imaginilor Landsat TM

Nr. crt.	Landsat TM										Clasificate corect
	15.07.09	31.07.09	16.08.09	01.09.09	02.07.10	03.08.10	19.08.10	19.06.11	06.08.11	22.08.11	
1.	■	□	□	□	□	□	■	■	■	□	6
2.	□	■	■	■	□	■	■	□	■	■	3
3.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	0
4.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	0
5.	■	■	■	■	□	■	■	■	■	■	1

6.	□	■	■	■	□	□	■	■	■	□	4
7.	■	■	■	■	□	■	■	□	■	□	3
8.	■	■	□	□	□	□	■	□	■	■	5
9.	□	■	■	■	□	□	□	□	■	□	6
10.	■	■	■	■	□	□	■	□	■	■	3
11.	□	■	■	■	□	□	■	□	■	■	4
12.	■	■	■	■	□	■	■	■	■	■	1
13.	□	■	■	■	□	■	■	□	■	□	4
14.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	0
15.	■	■	■	■	■	□	■	□	■	■	2
16.	□	■	■	■	□	■	■	□	■	■	3
17.	■	■	■	■	□	■	■	■	■	■	1
18.	■	■	■	■	□	■	■	■	■	■	1
19.	□	■	■	■	■	■	■	■	■	■	1
20.	□	■	■	■	■	■	■	□	■	■	2
21.	■	■	■	■	■	■	■	□	■	■	1
22.	□	■	■	■	■	■	■	■	■	■	1
23.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	0
24.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	0
25.	■	■	■	■	□	■	■	■	■	■	1
26.	■	■	■	■	□	■	■	■	■	■	1
27.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	0
28.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	0
29.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	0
30.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	0
31.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	0
32.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	0
33.	■	■	■	■	■	■	■	□	■	■	1
34.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	0
35.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	0
36.	■	■	■	■	□	■	■	■	■	■	1
37.	□	■	■	■	□	■	■	■	■	■	2

38.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	0
39.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	0
40.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	0
41.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	0
42.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	0
43.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	0
44.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	0
45.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	0
46.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	0
47.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	0
48.	□	■	■	■	■	■	■	■	■	■	1
49.	■	■	■	■	□	■	■	■	■	■	1
50.	□	■	■	■	■	■	■	■	■	■	1

□ clasificare corecta

■ clasificare incorecta

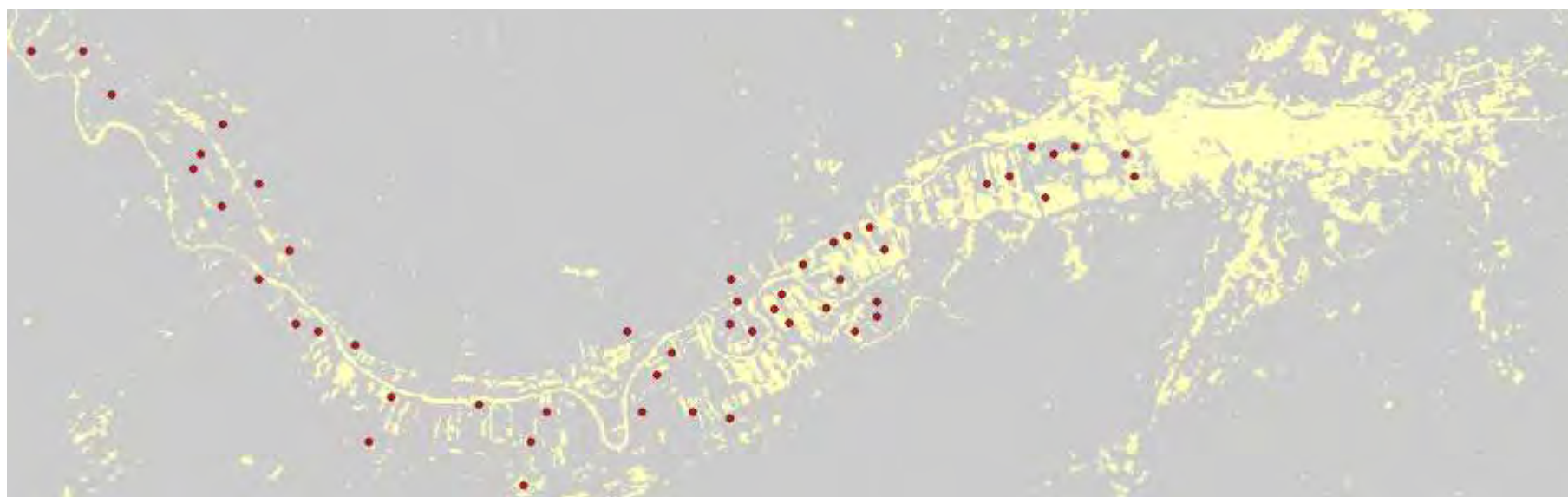


Figura 16. Rezultatul clasificarii automate a imaginii Landsat TM din 15.07.2009

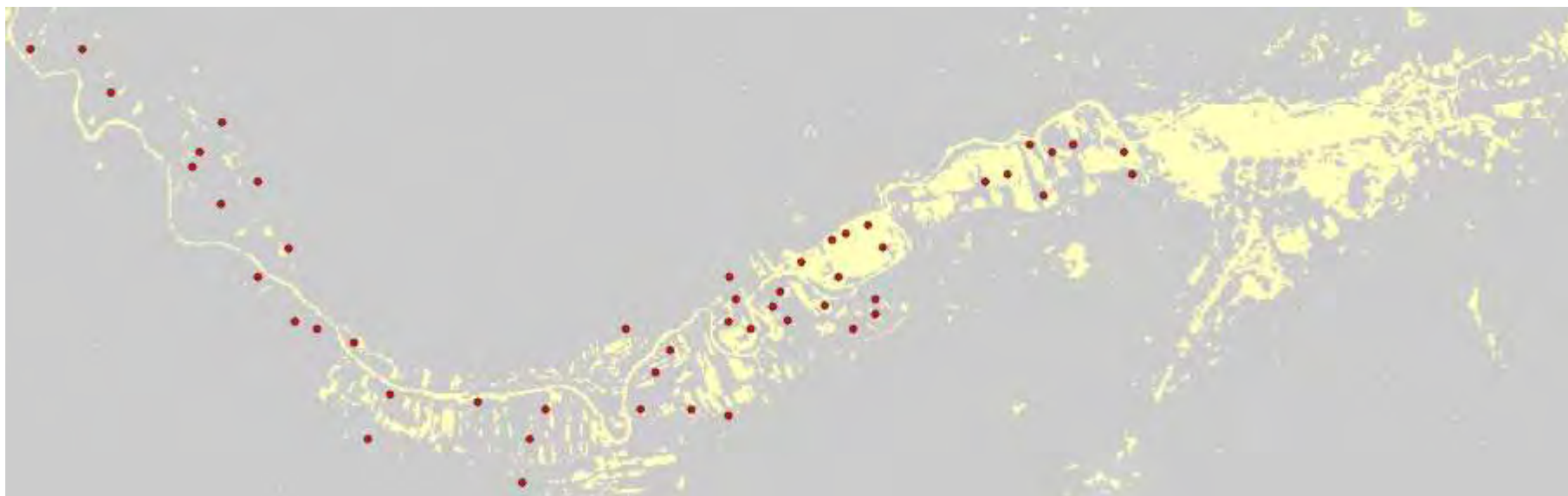


Figura 17. Rezultatul clasificarii automate a imaginii Landsat TM din 19.06.2011

3.5. Analiza componentelor principale

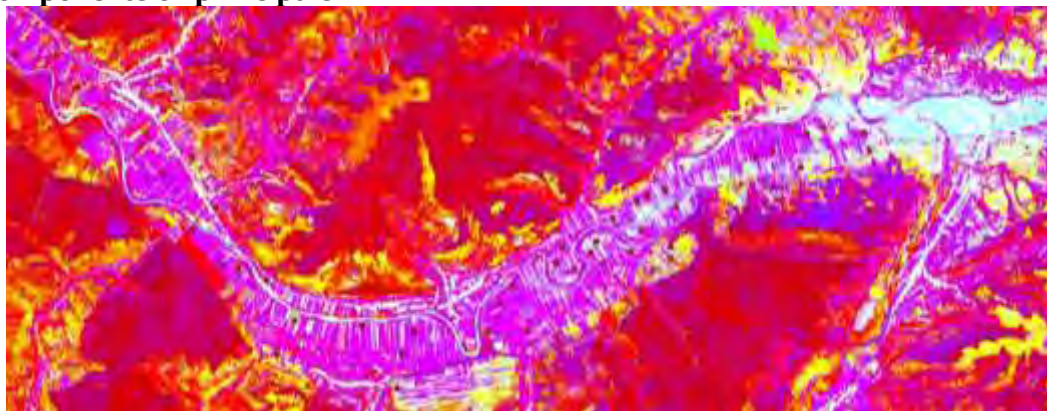


Figura 18. Analiza componentelor principale – SPOT HRG

3.6. Operatii aritmetice cu benzi spectrale

Zonele contaminate sunt reprezentate in tonuri de gri mai inchise.

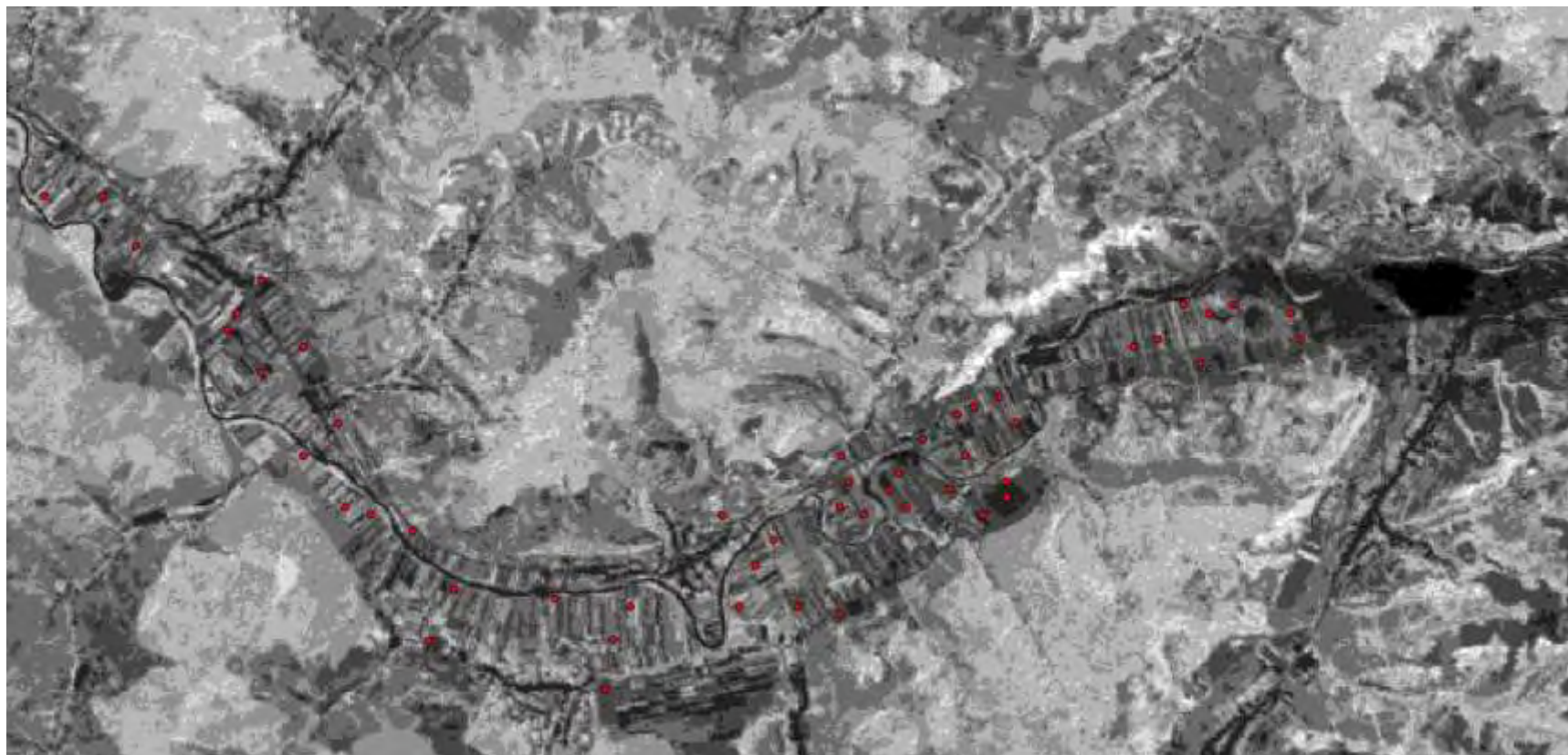


Figura 19. Analiza bazata pe impartirea valorilor benzii spectrale 4 la cele ale benzii 3, imagine Landsat TM din 15.07.2009

Concluziile partenerului ROSA sunt următoarele:

1. La nivel regional, analiza componentelor principale a oferit rezultate acceptabile.
2. La nivel local, analiza multitemporala a raspunsului spectral in infrarosu apropiat a oferit, de asemenea, rezultate acceptabile. Prin change detection a fost posibila monitorizarea nivelului de contaminare intr-un anumit interval de timp.
3. Calculul indicelui de vegetatie normalizat NDVI, clasificarea nesupervizata si operatiile aritmetice cu benzi spectrale nu au oferit rezultate concludente.
4. Este absolut necesara integrarea datelor culese din teren in fluxul de procesare a imaginilor satelitare multispectrale. In plus, aceste date trebuie utilizate la validarea rezultatelor analizei multispectrale. De asemenea, **rezolutia spatiala si cea spectrala a imaginilor joaca un rol determinant in obtinerea unor rezultate bune.**
5. Avand in vedere ca o separare stricta a zonelor afectate de poluare nu a fost posibila este recomandata utilizarea datelor culese de senzorii de teledetectie hiperspectrali, care utilizeaza intervale de banda mai inguste, insa mai sensibile la raspunsul spectral.

Concluzii generale ale etapei

Au fost elaborate un număr de instrumente utilizabile pentru asistarea deciziilor cu privire la managementul agrosistemelor contaminate cu metale. Dintre activitățile efectuate nu au dat rezultatele scontate cele legate de corelarea sistemului de monitoring național cu cel regional și local, deoarece s-a constatat că datele din sistemul național nu au caracter public. De asemenea, rezultatele din analiza multispectrală doar în mică măsură s-au corelat cu distribuția metalelor poluante (metodele utilizabile pentru cartări geochimice bazate pe fondul natural nu au fost adecvate și pentru cartări datorate poluării).

Publicații realizate în această etapă

- Fernandez Nava Yolanda, Mihaela Ulmanu, Ildiko Anger, Elena Maranon and Leonor Castrillon, 2011, "Use of Granular Bentonite in the Removal of Mercury (II), Cadmium (II) and Lead (II) from Aqueous Solutions", Water, Air, & Soil Pollution 2011, vol. 215, no.1-4, p.239 – 249
- Hălmăjan Horia Victor, Gina Vasile - "Aspects of crop production technologies in a heavy metal polluted region", Scientific Papers, UASVM Bucharest, Series A, Vol. LIV, 2011, ISSN 1222-5339.
- Iordache Virgil, Lacatusu Radu, Daniel Scradeanu, Marilena Onete, Stelian Ion, Ioana Cobzaru, Aurora Neagoe, Florian Bodescu, Denisa Jianu, Dorina Purice, 2012, Contributions to the theoretical foundations of integrated modeling in biogeochemistry and their application in contaminated areas, in Kothe E, Varma A (Eds) Biogeointeractions in contaminated soils, Springer
- Păun Adinuța, Aurora Neagoe, Ion Baci (2011), The effects of arbuscular mycorrhizal fungi on the transfer of heavy metals and oxidative stress related parameters in sunflower exposed to multi-element pollution, Revista de Chimie, in press.
- Paun Adinuta, Aurora Neagoe, Ion Baci (2011) The role of fungi on alleviating the stress induced by heavy metals uptake metals uptake in rye plants (Secale cereale L.) cultivated in soil from an area, Revue Roumanie de Chimie, in press
- Tudoreanu L., Codreanu MD, Crivineanu V, Goran GV, 2011, Modeling heavy metals transport and accumulation in plant-animal systems, Ed. Printech
- Tudoreanu Liliana, Mario Codreanu, Gheorghe V Goran, Victor Crivineanu PLANT-ANIMAL MODELS FOR HEAVY METALS ACCUMULATION IN AGRICULTURAL SYSTEMS. Simpozionul FMVB Iasi 2011. Lucrari stiintifice Medicina Veterinara .vol 53(12), ISSN 1454-7406

Bibliografie

- Akhter, M., 2006. *Remote sensing for developing an operational monitoring scheme for the Sundarban Reserved Forest, Bangladesh*, teza de doctorat, Faculty of Forest, Geo and Hydro Sciencies, Institute of Photogrammetry and Remote Sensing, Dresda, Germania
- Angelova, V., R.Ivanova, Kr.Ivanov, 2005, Study accumulation of heavy metals by plants in field condition, *Geophysical Research Abstracts*, vol.7, 03931, 2005.
- Badea, A., 2010. *Note de curs teledetectie*, Facultatea de Imbunatatiri Funciare si Ingineria Mediului, Universitatea de Stiinte Agronomice si Medicina Veterinara, USAMV-FIFIM-Cadastru, Bucuresti, Romania
- Barbu, C. H., B.P. Pavel, B.G. Grama, M. R. Pop and C. Sand, 2010 - Combustion characteristic and low bioaccumulation of heavy metals by *miscanthus sinensis giganteus* cultivated on polluted soils, *Acta Universitatis Cibiniensis Seria F Chimia* 13(2010-1): 5-10
- Barbu, C.H., 2010 - Phytoexcluders: a way to use contaminated soils, 2nd Conference of Green Remediation, Amherst MA, SUA, 15-17 iunie 2010, http://www.umass.edu/tei/TEI_2005/PDF/Barbu11%20.pdf
- Barbu, C.H., Pavel B.P., Sand C., Pop M.R., 2009 - *Miscanthus sinensis giganteus*' behaviour on soils polluted with heavy metals, *Metal Elements in Environment, Medicine and Biology*", Tome IX, pp. 21-24. Cluj University Press, 2009 (Proc. of 9th Int. Symp. of Roumanian Academy - 2009, October 16-17, Cluj-Napoca, Romania). www.chem.ubbcluj.ro/romana/.../MEEMB/index.html
- Dumitru, M., Simota, C., Roman, V., Cardaşol, V., Lăcătuşu, R., Dumitru, E., Dorneanu, E., Ştefănescu, S., Mihalache, M., Ţigănaş, L., Calciu, I. (2005) – *Cod de bune practici agricole pentru protecția apelor împotriva poluării cu nitrați din surse agricole*, Ed. Vox 2000, Bucureşti, 160p.
- Florijn P. J. and M. L. Van Beusichem , 1993 - Cadmium distribution in maize inbred lines: Effects of pH and level of Cd supply. *PLANT AND SOIL* Volume 153, Number 1, 79-84, DOI: 10.1007/BF00010546
- http://en.wikipedia.org/wiki/Miscanthus_giganteus
- http://metagro.cesec.ro/pdf/Raport_52-175_Etapa3_2010_Stiintific_final21Dec.pdf
- <http://www.energiepflanzen.at/>
- <http://www.energycropswales.co.uk/economics>
- Jiang, Y., 2010. *Identification of Sewage Sludge Injection Application on Harvested Agricultural Fields Using Landsat TM Data*, disertatie, Univeristatea din Toledo, Spania
- Kaiser, M., Aboulela, H., El-Serehy, H. A. si Ezz Edin, H., 2008. *Spectral Enhancement of the SPOT Imagery Data to Assess Marine Pollution near Port Said, Egypt*, PIERs Proceedings, Cambrige, SUA
- Keller, A. (2000) – *Assessment of Uncertainty in Modelling Heavy Metal Balances of Regional Agroecosystems*, Diss.ETHNo. 13944.
- Moolenaar, S.W., Lexmond, Th. M. (1998) – *Heavy metal balances of agro-ecosystems in Netherlands*, *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 46, 171–192.
- Oancea, I., 2005 – *Tehnologii Agricole Performante*, editia a II-a, Ed. Ceres, Bucureşti, 701p.
- Oanea, N., 2005 – *Pedologie generală*. Editura Alutus.
- Öborn, I., Modin-Edman. A-K., Bengtsson, H., Gustafson, G.M., Salomon, E., Nilsson, S., Holmqvist, J., Jonsson, S., Sverdrup, H. (2005) – *A system approach to assess farm-scale nutrient and trace element dynamics: A case study at the Öjebyn dairy farm* , *Ambio*, vol. 34, (4-5): 301–310.

- Pavel, B.P., B.G. Grama, C. Sand, M.R. Pop., C.H. Barbu, 2010 - Cultivation of a new plant on soils polluted with heavy metals and the use of the resulted biomass, Acta Universitatis Cibiniensis – Agricultural Sciences, 1 (10), p. 64-68, (ISSN 2067-8525).
- Rose C.J., 2002, Lead in the home garden and urban soil environment.
<http://www.extension.umn.edu/distribution/horticulture/DG2543html>)
- Roy, P.S., Dwivedi, R.S. si Vijayan, D., 2006. *Remote Sensing Applications*, National Remote Sensing Centre, Hyderabad, India
- Slonecker, T., Fisher, G., Aiello, D. si Haack, B., 2010. *Visible and Infrared Remote Imaging of Hazardous Waste: a Review*, Remote Sensing, ISSN 2072-4292, doi:10.3990
- Stefanovic, V., N.Filipovic, B.Jovanovic , 2008, Undiserable metals content in wheat of different wheat varieties, BIBLID 1450-7188, 2008, 39, 69-76.
- von Sothen, F. (2001) – *The heavy metal input on farmland – an indicator for a sustainable agricultural system*, Paper presented at the ACE – Seminar on Sustainable Agricultural in Central and Eastern European Countries: The Environmental Effects of Transition and Needs for Change, Nitra/Slovakia, 10–16 September 2001.
www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/e_text/ek1033.doc

Cod: PO-04-Ed3-R1-F5

Indicatori de rezultat generali si specifici

Indicatori generali:

Indicatori de rezultat	Denumirea indicatorilor	UM	Informatii despre indicator
	1. Număr de produse și tehnologii rezultate din activitatea de cercetare, bazate pe brevete, omologări sau inovații proprii.	Nr.	6
	2. Număr de cereri de brevete depuse în urma proiectelor din care: a) Naționale b) EPO (Europa) c) USPTO (SUA) d) Triadice (Europa, SUA, Japonia)	Nr.	
	3. Număr de cereri de brevete acordate (în urma proiectelor) din care: a) Naționale b) EPO c) USPTO d) Triadice	Nr.	
	4. Număr de articole publicate în urma proiectelor, din care: a) în reviste indexate ISI b) în reviste indexate în alte baze de date internaționale recunoscute	Nr.	
	5. Număr de articole acceptate spre publicare în urma proiectelor, din care: a) în reviste indexate ISI b) în reviste indexate în alte baze de date internaționale recunoscute	Nr.	4 4
	6. Număr de produse transferabile		
	7. Număr de studii de necesitate publică din care: a) de interes național b) de interes regional c) de interes local	Nr.	
	8. Număr de IMM participante	%	
	9. Ponderea contribuției financiare private pe proiecte din care contribuție financiară directă	%	
	10. Numărul mediu de poziții echivalente cu	Nr.	6

	normă întreagă pe proiect, din care:			
	a) doctoranzi			3
	b) postdoctorat			
	11. Mobilități din care internaționale	Lună x-om		
	12. Valoarea investițiilor în echipamente pentru proiecte	Mii RON		
	13. Rata de succes în depunerile de proiecte	%		0
	14. Număr rețele de cercetare susținute	Nr.		1

Indicatorii specifici fiecărei direcții de cercetare:

Domeniul de cercetare	Denumirea indicatorului	Numarul	Informatii despre indicator
DC 1 Tehnologiile societății informaționale	➤ Nr. de tehnologii IT performante ➤ Nr. tehnologii suport pentru comunicatii; ➤ Nr. metode/sisteme de inteligența artificială; ➤ Nr. produse nanoelectronice și fotonice; ➤ Nr. nano- și microsiseme		
DC 2: Energie	➤ Nr.concepte de utilizare de noi surse energetice ➤ Nr. de tehnologii de reducere a pretului în domeniul energetic ➤ Nr. de tehnologii/produse în domeniul securității energetice		
DC 3: Mediu	➤ Nr. de sisteme și tehnologii energetice durabile ➤ Nr. de tehnologii curate de produs și proces pentru reducerea poluării mediului (green chemistry) Din care: în transporturi ➤ Nr.de tehnologii eco-eficiente de valorificare a deșeurilor; ➤ Nr.concepte și tehnologii de consolidare a diversității biologice și ecologice; Nr. de metode și soluții tehnice în domeniul amenajării teritoriului		
DC 4:Sănătate	➤ Nr.concepte/studii ale mecanismelor de adaptare ale organismului; ➤ Nr. metode pe baze moderne de investigație în medicină; ➤ Nr. terapii moderne; Nr. de metode de prevenție și intervenționale la nivel național, arondate la spațiul european de operare		
DC 5: Agricultura, securitatea și siguranța alimentară	➤ Nr. de produse corespunzătoare principiilor dezvoltării durabile și securității alimentare, inclusiv alimente funcționale; ➤ Nr. de metodologii de detectare a reziduurilor și contaminanților din întreg lanțul alimentar		6
DC 6:	➤ Nr.de medicamente noi;		

Biotehnologii	➤ Nr. protocoale de diagnostic și tratamente medicale; ➤ Nr. de tehnologii pentru producția de alimente cu siguranță maximă asupra sănătății umane; ➤ Nr. de tehnologii avansate în domeniul • produselor farmaceutice; • grupurilor biocatalitice; • noi enzime și microorganisme ➤ Nr. de sisteme bioinformatică		
DC 7: Materiale, procese și produse inovative	➤ Nr. de materiale avansate ➤ Nr. de tehnologii de reciclare a materialelor avansate ➤ Nr. de tehnologii avansate de conducere a proceselor industriale ➤ Nr. de tehnologii și produse mecanice de înaltă precizie și sisteme mecatronice ➤ Nr. de tehnologii nucleare ➤ Nr. de produse și tehnologii inovative destinate transporturilor și producției de automobile		
DC 8: Spațiu și securitate	➤ Nr. de aplicații spațiale integrate ➤ Nr. de tehnici aeronautice ➤ Nr. de tehnologii aerospațiale ➤ Nr. de tehnici pentru securitate		
DC 9: Cercetări socio-economice și umaniste	➤ Nr. de noi metode manageriale, de marketing și dezvoltare antreprenorială; ➤ Nr. de studii referitoare la calitatea educației și a ocupării; ➤ Nr. de studii referitoare la capitalul uman, cultural și social; ➤ Nr. de tehnici de conservare a patrimoniului		

Nota:

La completarea acestor indicatori se va ține seama de domeniul de cercetare și de obiectivele proiectului.

Acești indicatori se vor completa acolo unde este cazul.

Cod: PO-04-Ed3-R1-F5