

STUDIUL POLUĂRII SOLULUI CU METALE GRELE ÎN LOCALITATEA MOTRU

Camelia Căpățînă, „Constantin Brâncuși” University of Târgu-Jiu, Faculty of Engineering, Geneva 3, 210152, Gorj, România, e-mail: cam@utgjiu.ro

Gheorghe Gămăneci, „Constantin Brâncuși” University of Târgu-Jiu, Faculty of Engineering, Geneva 3, 210152, Gorj, România

STUDY OF SOIL CONTAMINATION WITH HEAVY METALS IN MOTRU

Camelia Căpățînă, „Constantin Brâncuși” University of Târgu-Jiu, Faculty of Engineering, Geneva 3, 210152, Gorj, România, e-mail: cam@utgjiu.ro

Gheorghe Gămăneci, „Constantin Brâncuși” University of Târgu-Jiu, Faculty of Engineering, Geneva 3, 210152, Gorj, România

REZUMAT: Solul și vegetația acoperă scoarța terestră, formează o unitate inseparabilă, sistemul pedologic mondial, sistem în care planta și solul activează împreună.

În această lucrare se prezintă studiul poluării solului cu metale grele în localitatea Motru din județul Gorj. Determinarea metalelor grele s-a realizat prin spectrometrie de absorbție atomică în flacără. Extracția metalelor grele s-a făcut cu acid sulfuric concentrat și apă oxigenată 50% cu un mineralizator tip Digestal HACH, iar determinarea pH-ului cu ajutorul unui pH-metru cu electrod combinat.

CUVINTE CHEIE: metale grele, sol, surse de poluare

1. INTRODUCERE

Prin poziția, natura și rolul său, solul este un component al biosferei și produs al interacțiunii dintre mediu biotic și abiotic, reprezentând o zonă specifică de concentrare a organismelor vi, a energiei acestora, produse ale metabolismului și descompunerilor.

Organismele (plante, animale, microorganisme) și solurile se întrepătrund și intercondiționează în sisteme complicate ecologic care se schimbă în funcție de dinamica și caracteristicile fizice ale mediului fizico-geografic [1-4].

ABSTRACT: Soil and vegetation cover the geosphere, form an inseparable unit, world pedological system, system in which the plant and the soil acts together.

This paper presents the study of soil contamination with heavy metals in Motru, Gorj county. Heavy metals determination was made by spectrometry of fire atomic absorption. Heavy metals absorption was made with concentrated sulphuric acid and hydrogen dioxide 50% and with a mineraliser type Digestal HACH, and pH determination with the agency of a pH-meter, with combined electrode.

KEYWORDS: heavy metals, soil, contamination sources

1. INTRODUCTION

Through its position, nature and role, the soil is a component of the biosphere and product of the interaction between biotic and abiotic environment, representing a specific area of concentration of living organisms, of their energy, products of the metabolism and decompositions.

Organisms (plants, animals, microorganisms) and soils are interconnected and inter-conditioning in ecological complicated systems changing depending on the dynamics and the physical characteristics of the physical – geographical environment

În biosferă, ecosistemele cele mai importante funcții care permit rezistența vieții. Aceste funcții constau în procesul continuu de acumulare fotosintetică, transferare și redistribuire a energiei furnizată de radiația solară și în menținerea ciclului global al elementelor chimice. Aceste funcții sunt îndeplinite de către sistemele organisme-soluri prin intermediul formării materiei organice vegetale consumate de ierbivore, a căror zoomasă este consumată de paraziți și prădători, necrofagi, nevertebrate din sol și microorganismele, care formează numeroase laturi și asociații trofice. Rezervele de energie și elementele acumulate de-a lungul timpului în procesul de formare a solului, pun în evidență importanța extrem de mare a materiei organice și a mineralelor secundare pentru fertilitatea solului. Pierderea humusului și a mineralelor secundare, datorită unei exploatare neraționale, eroziunii prin apă și vânt, este de asemenea extrem de dezastruoasă pentru agricultură, ca și pentru multe componente ale biosferei.

În final, solurile cu microorganismele asociate joacă rolul unui adsorbant, purificator și neutralizator biologic universal al poluanților, mineralizator al tuturor deșeurilor și reziduurilor organice.

Astfel, ecosistemul sol-organismele este unul din cele mai importante mecanisme în formarea, stabilirea și productivitatea biosferei.

Totuși, dezvoltarea industriei, agriculturii, transporturilor și a urbanizării, a început să deregleze și să afecteze funcționarea acestui ecosistem.

Resursele mondiale de soluri sunt limitate calitativ și cantitativ, multe soluri necesitând îmbunătățiri și ameliorări de diferite feluri.

Având în vedere că populația lumii crește continuu, că solul este supus tot mai mult la diverse forme de poluare, importanța lui ca mijloc principal de producție în agricultură, capătă dimensiuni din ce în ce mai mari, deosebit de importante.

În această lucrare se prezintă studiul

[1-4].

In the biosphere, ecosystems have the most important functions allowing life resistance. These functions are composed of the continuous process of photosynthetic accumulation, transfer and redistribution of the energy that is supplied and the solar radiation and in maintaining the global cycle of chemical elements. These functions are accomplished by the systems organisms-soils through the agency of forming the vegetal, organic substance, consumed by herbivore, whose zoo-mass is consumed by parasites and predatory, necrophagous, invertebrates from the soil and microorganisms, forming numerous aspects of the trophic association. The reserves of electricity and elements gathered during the process of soil formation, underline the extremely high importance of the organic substance and of the secondary minerals for soil fertility. Losing the humus and the secondary minerals, due to irrational exploitation, water and wind erosion, it is also extremely disastrous for agriculture, as well as for many components of the biosphere.

Finally, soils with associated microorganisms play the role of an absorbent, purifier and biological universal neutraliser of the contaminants, mineraliser of all wastes and organic remains.

This way, the eco-system soil-organisms are one of the most important mechanisms in forming, establishing and productivity of the biosphere.

Still, industry, agriculture, transportation and urbanization development started to misadjust and affect the functionality of this eco-system.

Soil world resources are limited from qualitative and quantitative point of view, many soils requiring different types of improvements and amendments.

Taking into account the fact that world's population is continuously increasing, that soil is submitted to more and more contamination forms, its importance as main production mean in agriculture, gets higher and higher dimensions, especially

poluării cu metale grele a solului din zona Motru.

2. EXPERIMENTAL

Pentru zona Motru s-au efectuat analize privind conținutul de metale grele în sol, în două zone distincte prin sursele de poluare prezente. Una este zona Carierei și depozitul de cărbune Roșița, iar cealaltă este zona Uzinei de agent termic Motru.

Pentru fiecare zonă, direcțiile și distanțele de prelevare a probelor au fost alese în funcție de existența locuințelor în zona de influență a surselor de poluare.

Astfel, pentru zona Roșița, locuințele se află preponderent pe direcția V și NV față de carieră și depozitul de cărbune, iar pentru cealaltă zonă locuințele se află spre V (orașul Motru) și S, față de Uzina de agent termic.

Probele au fost prelevate pe două adâncimi: 0-10 cm și 10-20 cm, și au fost analizate următoarele elemente: Cd, Cu, Zn și Pb. De asemenea, pentru fiecare probă s-a măsurat și pH-ul solului.

Extracția metalelor grele s-a făcut cu acid sulfuric concentrat și apă oxigenată 50% cu un mineralizator tip Digestal HACH, iar determinarea pH-ului cu ajutorul unui pH-metru cu electrod combinat [5, 6].

4. REZULTATE ȘI DISCUȚII

Rezultatele privind conținutul de metale grele din zona Motru sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1. Conținutul de metale grele în sol – zona Motru (mg/kg s.u)

Punct prelevare adâncime	2009					2010				
	pH	Cd	Cu	Zn	Pb	pH	Cd	Cu	Zn	Pb
NV 100m depozit	6,4	0	26,6	57,4	17,4	6,2	0	30,8	86,0	12,6

important.

This paper presents heavy metal contamination in the soil from Motru area.

2. EXPERIMENTAL

For Motru area analyses have been made with a high content of heavy metals in the soil, in two distinctive areas, through present contamination sources. One is the area of the Quarry and the Roșița coal deposit and the other is the area of the Motru thermal agent plant.

For each area, the direction and distances for samples assay have been elected depending on the existence of the dwellings in the area of influence of contamination sources.

So, for Roșița area, dwellings are preponderantly on the direction W and NW, in respect of the quarry and the coal deposit, and for the other area, dwellings are towards W (Motru town) and S, in rapport with the thermal agent plant.

Samples have been taken on two depths: 0-10 and 10-20 cm, and the following examples have been analysed: Cd, Cu, Zn and Pb. Also, for each test, the soil pH has also been tested.

Heavy metals extraction was made with concentrated sulphuric acid 50% with a mineraliser type Digestal HACH, and pH determination was realised with the aid of a pH-meter with combined electrode [5, 6].

4. RESULTS AND DISCUSSIONS

The results of the heavy metals content in Motru area are presented in table 1.

Table 1. Content of heavy metals in the soil – Motru area (mg/Kg s.u)

0-10cm										
<u>NV 100m</u> <u>depozit</u> <u>10-20cm</u>	6,4	0	36,4	75,2	26,2	6,3	0	28,4	78,4	13,6
<u>V 100m</u> <u>depozit</u> <u>0-10cm</u>	6,1	0	35,0	81,4	13,6	6,1	0	21,0	56,2	2,6
<u>V 100m</u> <u>depozit</u> <u>10-20cm</u>	6,4	0	31,4	66,6	2,2	6,3	0,2	18,0	49,8	3,6
<u>V 200m</u> <u>uzină</u> <u>0-10cm</u>	6,0	0	35,6	87,2	7,0	6,4	0	18,0	56,6	4,8
<u>V 200m</u> <u>uzină</u> <u>10-20cm</u>	6,1	0	34,4	91,2	16,8	6,3	0	16,4	46,4	5,8
<u>S 200m</u> <u>uzină</u> <u>0-10cm</u>	6,2	0	26,6	55,6	13,0	6,2	0	25,4	67,2	0
<u>S 200m</u> <u>uzină</u> <u>10-20cm</u>	6,3	0	35,6	74,6	7,8	6,2	0	22,4	63,4	2,2

Depth assay point	2009					2010				
	pH	Cd	Cu	Zn	Pb	pH	Cd	Cu	Zn	Pb
<u>NW</u> <u>100m</u> <u>deposit</u> <u>0-10cm</u>	6,4	0	26,6	57,4	17,4	6,2	0	30,8	86,0	12,6
<u>NW</u> <u>100m</u> <u>deposit</u> <u>10-20cm</u>	6,4	0	36,4	75,2	26,2	6,3	0	28,4	78,4	13,6
<u>W 100m</u> <u>deposit</u> <u>0-10cm</u>	6,1	0	35,0	81,4	13,6	6,1	0	21,0	56,2	2,6
<u>W 100m</u> <u>deposit</u> <u>10-20cm</u>	6,4	0	31,4	66,6	2,2	6,3	0,2	18,0	49,8	3,6
<u>W 200m</u> <u>plant</u> <u>0-10cm</u>	6,0	0	35,6	87,2	7,0	6,4	0	18,0	56,6	4,8
<u>W 200m</u> <u>plant</u> <u>10-20cm</u>	6,1	0	34,4	91,2	16,8	6,3	0	16,4	46,4	5,8
<u>S 200m</u> <u>plant</u> <u>0-10cm</u>	6,2	0	26,6	55,6	13,0	6,2	0	25,4	67,2	0
<u>S 200m</u>	6,3	0	35,6	74,6	7,8	6,2	0	22,4	63,4	2,2

plant 10-20cm										
------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Pentru fiecare zonă și element în parte se pot face observații distincte.

Valoarea normală pentru cadmiu în sol este de 1 μg/kg, valoarea pragului de alertă este de 3mg/Kg, iar cea pentru pragul de intervenție este de 5 μg/kg, pentru folosințele sensibile.

Pentru anul 2009 toate valorile înregistrate pentru cele două zone analizate au fost zero.

În anul 2010, s-a înregistrat o singură valoare pentru cadmiu, pe direcția V din zona depozitului de cărbune Roșița.

Aceasta a fost de 0,2 μg/kg și a reprezentat 20 % din valoarea normală și se prezintă în figura 1.

For every specific area and elements distinctive observations can be made.

The nominal value of cadmium in the soil is of 1 μg/kg, the value of the alert threshold is of 3mg/kg, and the one for the intervention threshold is of 5 μg/kg, for sensible usages.

For the year 2009 all values registered for the two areas analysed, have been zero.

In the year 2010, one single cadmium value was registered, on the West direction from the area of the Roșița coal deposit.

This have been of 0,2 μg/kg and represented 20 % from the nominal value and is presented in the figure 1.

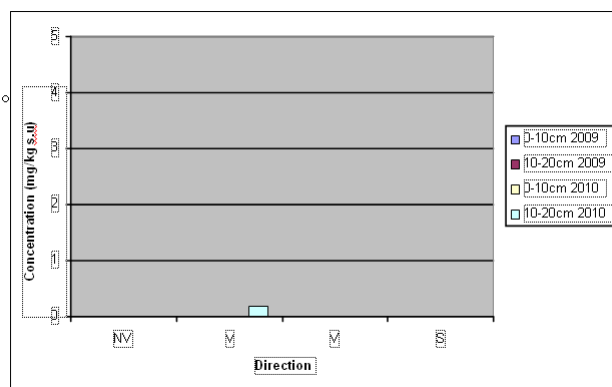


Figura 1. Variația concentrației de Cd în solul din zona Motru

Figure 1. Variation of the Cd concentration in the soil from Motru area

Pentru cupru conținutul normal în sol este de 20 μg/kg, iar pragul de alertă este de 100 μg/kg și de 200 μg/kg pentru pragul de intervenție, pentru folosințele sensibile.

Analizând concentrațiile obținute pentru cupru în anul 2009, se observă că toate valorile pentru cele două zone se situează deasupra valorii normale și se prezintă în figura 2.

For copper, the normal soil content is of 20 μg/kg, and the alarm threshold is of 100 μg/kg and of 200 μg/kg for the intervention threshold, for sensible usages.

Analysing copper concentrations obtained in the year 2009, it can be observed that all values for the two area are situated above the normal value and are presented in the figure 2

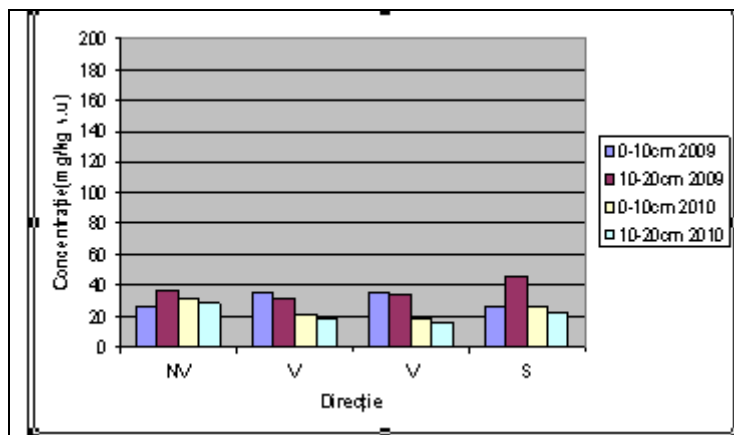


Figura 2. Variația concentrației de Cu în solul din zona Motru

Figure 2. Concentration of Cu in the soil from Motru area

Concentrațiile obținute pentru cele două zone sunt apropiate ca valoare.

Cea mai mare valoare a concentrației de cupru s-a înregistrat pe direcția NV față de depozitul de cărbune Roșița. Aceasta a fost de 36,4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ și a reprezentat o depășire cu 82% a valorii normale de cupru în sol.

Cea mai mică valoare a fost înregistrată pe direcția NV față de depozitul de cărbune și pe direcția S față de Uzina de agent termic Motru, pe adâncimea de 0-10 cm. Aceasta a fost de 26,6 $\mu\text{g}/\text{kg}$, reprezentând o depășire a valorii normale de cupru în sol de 33%.

În anul 2010, numărul depășirilor a fost mai redus, în sensul că în zona de influență a depozitului de cărbune au existat 3 depășiri, iar în zona de influență a Uzinei de agent termic două.

Cea mai mare concentrație a fost pusă în evidență pe direcția NV față de depozitul de cărbune, pe adâncimea de 0-10 cm, și a reprezentat o depășire a valorii normale de cupru în sol cu 54%.

Concentrația cea mai scăzută a fost pusă în evidență în zona de influență a uzinei de agent termic, pe direcția V, adâncimea 10-20 cm (16,4 mg/kg) și a reprezentat 82% din valoarea normală pentru cupru în sol.

Zincul prezintă valoarea normală în sol de 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$, având un prag de alertă pentru folosințele sensibile de 300 $\mu\text{g}/\text{kg}$ și unul de intervenție de 600 $\mu\text{g}/\text{kg}$.

The concentrations obtained for the two areas are close as value.

The greatest value of the copper concentration was registered on the NW direction in comparison with the Roșița coal deposit. This was of 36,4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ and represented an exceeding with 82% of the normal value of copper in the soil.

The smallest value was registered on the NW direction, in respect with the coal deposit and on S direction, in respect to the Motru Thermal agent plant, on the depth of 0-10 cm. This was of 26,6 $\mu\text{g}/\text{kg}$, representing an exceeding of the copper normal value in the soil of 33%.

In the year 2010, the exceeding number was more reduced, in the sense that in the area of influence of the coal deposit existed 3 value exceeding, and in the area of influence of the Thermal agent plant, two.

The highest concentration was indicated on the NW direction, in respect with the coal deposit, on the depth of 0-10 cm, and represented an exceeding of the normal copper value, in the soil, with 54%.

The lowest concentration was indicated in the area of influence of the thermal agent plant, on the W direction, the depth 10-20 cm (16,4 mg/kg) and represented 82% from the normal value for copper in the soil.

Zinc presents the normal value in the soil of 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$, having an alert threshold

Variația concentrațiilor de zinc în solul din zona Motru se prezintă în figura 3.

for sensible usages of 300 $\mu\text{g}/\text{kg}$ and an intervention one of 600 $\mu\text{g}/\text{kg}$.

The variation of the zinc concentration from the soil in Motru area is presented in figure 3.

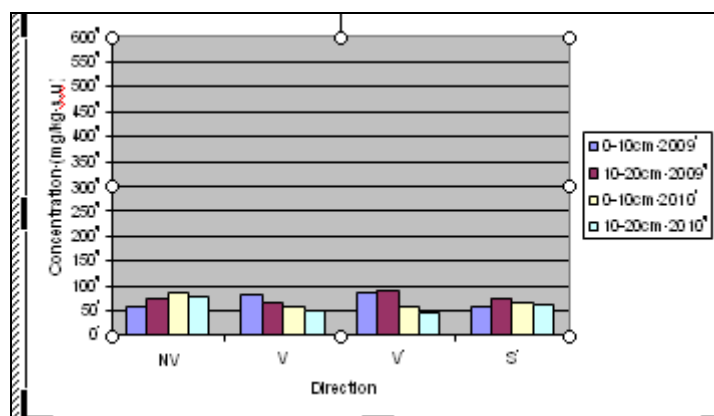


Figura 3. Variația concentrației de Zn în solul din zona Motru

Figure 3. Variation of the Zn concentration in the soil from Motru area

Analizând concentrațiile obținute se constată că nu au existat depășiri ale valorii normale pentru nici o zonă și adâncime de prelevare. Valori oarecum mai crescute au fost înregistrate în 2009 față de 2010.

Analysing concentrations obtained, it can be observed that have not been normal value exceeding for no area and assay depth. Values somehow increased have been registered in 2009 in respect to 2010.

Astfel, în 2009 cea mai mare concentrație pentru zinc a fost înregistrată în zona de influență a Uzinei de agent termic Motru, pe direcția V, adâncimea 10-20 cm. Aceasta a fost de 91,2 mg/kg, situându-se cu 8,8% sub valoarea normală.

So, in the year 2009 the highest concentration of zinc was registered in the area of influence of the Thermal agent plant Motru, on W direction, depth 10-20 cm. This was of 91,2 mg/kg, situated with 8,8% below the normal value.

Concentrația cea mai scăzută a înregistrat tot în zona de influență a Uzinei de agent termic, dar direcția S, adâncimea 0-10 cm, și a fost de 55,6 mg/kg, cu 44,4% sub valoarea normală pentru zinc în sol.

The lowest concentration was registered in the area of influence of the Thermal agent plant, on S direction, depth 0-10 cm, and was of 55,6 mg/Kg, with 44,4% below the normal value of zinc in the soil.

În anul 2010 concentrația cea mai mare pentru zinc a fost înregistrată de această dată în solul din zona de influență a depozitului de cărbune Roșiuta. Aceasta a avut o valoare de 86,0 mg/kg, situându-se cu 14% sub valoarea normală.

In the year 2010 the highest concentration of zinc was registered this time in the soil from the influence area of Roșiuta coal deposit. This had a value of 86,0 mg/kg, being 14% below the normal value.

Valoarea cea mai scăzută a concentrației de zinc s-a înregistrat tot în solul din zona de influență a Uzinei de agent termic. Aceasta a fost de 46,4 mg/kg, și s-a înregistrat pe direcția V față de Uzină, adâncimea 10-20 cm, situându-se cu 53, 6% sub valoarea normală.

The lowest value of the zinc concentration was registered in the soil from the area of influence of Thermal agent plant. This was of 46,4 mg/kg, and was registered on the W direction in respect to the Plant, the depth 10-20 cm, situated 53, 6% below the normal value.

sub valoarea normală.

Pentru plumb conținutul normal în sol este de 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$, iar pragul de alertă și intervenție au valorile de 50 $\mu\text{g}/\text{kg}$, respective de 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$.

Variația concentrațiilor de plumb în solul din zona Motru se prezintă în graficul din figura 4.

For lead, the normal soil content is of 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$, and the alert and intervention thresholds have the values of 50 $\mu\text{g}/\text{kg}$, namely 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$.

The variation of the lead concentrations in the area Motru is presented in the graphic from the figure 4.

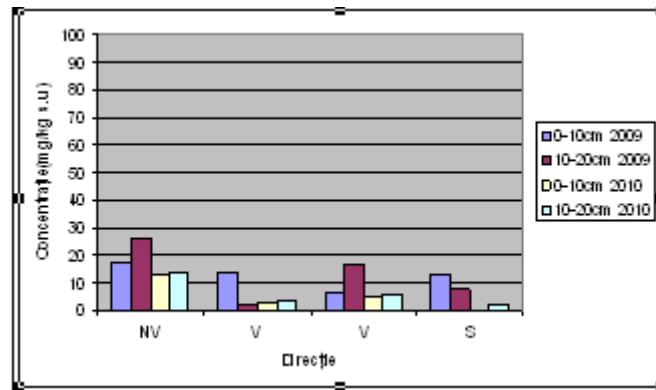


Figura 4. Variația concentrației de Pb în solul din zona Motru

Figure 4. Variation of the Pb in Motru area

Analizând aceste date se observă că s-a înregistrat o singură depășire a valorii normale pentru plumb în sol.

Astfel, în 2009, cea mai mare valoare a concentrației de plumb a fost măsurată în zona de influență a depozitului de cărbune Roșița (26,2 $\mu\text{g}/\text{kg}$) și a reprezentat o depășire a valorii normale cu 31%, aceasta fiind singura depășire înregistrată pe parcursul celor 2 ani de studiu.

La polul opus, se situează valoarea de 2,2 $\mu\text{g}/\text{kg}$, înregistrată tot în zona de influență a depozitului de cărbune, dar pe direcția V. Această concentrație a reprezentat doar 11% din valoarea normală pentru plumb în sol.

În 2010, valorile obișnuite au fost mult mai mici decât cele înregistrate în 2009.

Astfel, cea mai mare concentrație de plumb în sol a reprezentat 68% din valoarea normală, și a fost înregistrată pe direcția NV a depozitului de cărbune. De altfel, pe această direcție, pentru cele două adâncimi de prelevare, s-au înregistrat cele mai mari concentrații pentru plumb în cursul anului

Analysing these information it can be observed that was registered one exceeding of the normal value for the lead in the soil.

So, in the year 2009, the highest value of the lead concentration was measured in the area of influence of the Roșița coal deposit (26,2 $\mu\text{g}/\text{kg}$) and represented an exceeding of the normal value with 31%, this being the only exceeding registered during the 2 years of study.

At the opposite pole is situated the value of 2,2 $\mu\text{g}/\text{kg}$, registered also in the area of influence of the coal deposit, but on W direction. This concentration represented only 11% from the normal value of lead in the soil.

In the year 2010, common values have been smaller than the ones registered in the year 2009.

So, the highest concentration of lead in the soil represented 68% from the normal value, and have been registered on the NW direction of the coal deposit. Also, on this direction, for the two sampling depth have been registered the highest lead concentrations in the year 2010.

2010.

În zona de influență a Uzinei de agent termic, pe direcția S și adâncimea 0-10 cm valoarea pentru plumb a fost zero.

Valorile obținute pentru pH pe parcursul a 2 ani de studiu indică un sol moderat acid.

Variația pH-ului pe parcursul celor doi ani în solul din zona Motru este prezentată în figura 5.

In the area of influence of Thermal agent plant, on the S direction and the depth 0-10 cm the lead value was zero.

Values obtained for pH during the 2 years of study indicate a moderately acid soil. The variation of the pH during the two years of study in the soil from Motru area is presented in figure 5.

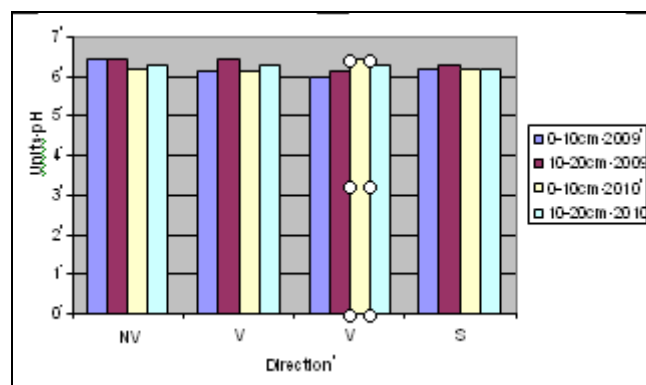


Figura 5. pH-ul solului din zona Motru

Figure 5. pH of the soil in Motru area

4. CONCLUZII

- Pentru zona Motru cadmiul a fost prezent în sol doar o singură dată, tot în anul 2010, în profilul de adâncime 10-20 cm și pe direcția V față de depozitul de cărbune Roșiuța.

- În zona Motru frecvența depășirilor față de valoarea normală pentru cupru a fost de 100% în 2009 și de 62,5% în 2010, neînregistrându-se nicio depășire a pragului de alertă. În 2010, valori mai mari pentru cupru au fost înregistrate pe direcția NV față de depozitul de cărbune Roșiuța.

- În cazul plumbului s-au înregistrat depășiri față de valoarea normală pentru solul din zona Motru.

- În zona Motru depășirea valorii normale s-a înregistrat în anul 2009, pe direcția NV față de depozitul de cărbune Roșiuța.

4. CONCLUSIONS

- For Motru area, cadmium was in the soil only once, in the year 2010, in the depth profile 10-20 cm and on W direction in rapport with the Roșiuța coal deposit.

- In Motru area, the frequency of exceeding the normal value for copper was of 100% in 2009 and of 62,5% in 2010, not being registered any exceeding of the alert threshold. In the year 2010, higher values for copper have been registered on the NW direction, in respect to Roșiuța coal deposit.

- Concerning lead, have been registered exceeding in rapport with the normal value for the soil in the Motru area.

- In Motru area, exceeding the normal value was registered in the year 2009, on the direction NV in respect to the coal deposit Roșiuța.

5. BIBLIOGRAFIE

- [1] Fodor, D., Baican, G., (2001). “Impactul industriei miniere asupra mediului” Editura Infomin, Deva
- [2] Neag, Gh., Culic, ana, Verraes, G., (2001). “Soluri și ape poluate. Tehnici de depoluare”. Editura Dacia, Cluj-Napoca.
- [3] Răuț, C., Cârstea, S., (1983). “Prevenirea și combaterea poluării solului “. Editura Ceres, București.
- [4] Ordinul nr. 765/1997 al Ministerului Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului pentru aprobarea Reglementării privind evaluarea poluării mediului.
- [5] Standard SR ISO 11047/1999 – Calitatea solului. Determinarea cadmiului, cromului, cobaltului, zincului din extracte de sol, prin spectrometrie de absorbție atomică.
- [6] Standard SR ISO 10390/1999 – Calitatea solului. Determinarea pH-ului cu ajutorul unui pH-metru cu electrod combinat

5. REFERENCES

- [1] Fodor, D., Baican, G., (2001). “Impact of mining industry on the environment” Infomin Publishing House, Deva
- [2] Neag, Gh., Culic, ana, Verraes, G., (2001). “Contaminated soils and waters. Decontamination techniques”. Dacia Publishing House, Cluj-Napoca.
- [3] Răuț, C., Cârstea, S., (1983). “Prevention and fight against soil contamination”. Ceres Publishing House, Bucharest.
- [4] Order no. 765/1997 of the Ministry of Waters, Forests and Environmental Protection for the approval of the Settlement concerning the evaluation of environmental contamination.
- [5] Standard SR ISO 11047/1999 – Soil quality. Determination of cadmium, chrome, cobalt, zinc of extraction from the soil, by spectrophotometer of atomic absorption.
- [6] Standard SR ISO 10390/1999 – Soil quality. Determination of the pH with the aid of a pH-meter with combined electrode.