

STUDIUL PRIVIND INFLUENȚA EMISIILOR PROVENITE DE LA TERMOCENTRALA TURCENI ASUPRA POLUĂRII CU METALE GRELE A SOLULUI

Nica Badea Delia *lect. univ. dr. Universitatea, Constantin Brâncuși,, Tg-Jiu*

Popa Roxana *Sl. univ. dr. Universitatea, Constantin Brâncuși,, Tg-Jiu*

STUDY ON THE INFLUENCE EMISSIONS FROM THERMAL TURCENI HEAVY METAL POLLUTION ON SOIL

Nica - Badea Delia *lect. univ. dr., Constantin Brancusi, University, Targu-Jiu*

Popa Roxana *Sl. univ. dr., Constantin Brancusi University, Targu-Jiu*

Rezumat. *Lucrarea prezintă samplingul și metodologia nivelului de poluare cu metale grele Zn Cu Mn Pb Ni Co Cd Hg din arealul termocentralelor pe cărbune (CET Turceni) la nivelul anului 2010. În acest sens, s-a procedat la prelevarea de probe în scopul urmării evoluției concentrației de metale grele din combustibilul solid utilizat, cenușa de la nivelul filtrelor, în interiorul haldei de zgură și cenușă, în solul adiacent surselor potențiale de emisii poluante de metale grele ale termocentralei și depozitului de deșeuri. Analiza cantitativă a metalelor din cenușă, sol și produse vegetale a fost realizată prin tehnici moderne instrumentale Spectrometrie de Absorbție Atomică (AAS). Pentru evaluarea evoluției în timp a nivelului de metale grele în sol sunt redată și rezultatele analizelor fizico- chimice și biologice realizate în anii 1997, 2000.*

Cuvinte cheie: *poluare,metale grele, sol, termocentrala, cărbune, AAS.*

1.INTRODUCERE

Instalațiile energetice, în special, termocentralele care folosesc drept combustibil cărbunele, pot influența mediul înconjurător, conducând uneori chiar la afectarea echilibrului ecologic din zonele în care sunt amplasate, ele prezentând un impact complex asupra tuturor factorilor de mediu din zona învecinată acestora (atmosfera, apă, sol, floră și faună, aliment și habitacul), astfel încât sectorul energetic este considerat ca principala sursă de poluare.

Principalul poluator al zonei de influență a termocentralei este cenușa. Cenușa zburătoare eliminată prin coșurile de fum, praful fin de cenușă antrenat de vânt din

Abstract. *This paper presents the methodology of sampling and heavy metal pollution level Mn Pb Ni Zn Cd Co Hg in the area of coal power plants (CET Turceni) in 2010. In this sense, the sampling was done in order to follow the evolution of heavy metal concentration of solid fuel use, the ash from the filter within the ash and slag heap, the soil adjacent to potential sources of heavy metal emissions power plant and landfill. Quantitative analysis of metals in ash, soil and plant products was achieved by modern instrumental techniques Atomic absorption spectrometry (AAS). To assess the time evolution of the level of heavy metals in the soil are presented and the results of physico-chemical and biological weapons made in 1997, 2000.*

Keywords: *pollution, heavy metals, soil, thermal, coal, AAS.*

1.INTRODUCTION

Energy installations, particularly power plants using coal as fuel, can affect the environment, sometimes leading to damage to the ecological balance in areas where they are located, they present a complex impact on all environmental factors in their immediate area (air, water, soil, flora and fauna, food and interior), so energy is considered as the main source of pollution.

The main polluter of the zone of influence is the power plant ashes. Fly ash removed by the chimneys, dust, wind-blown fine ash heaps of slag, coal ash and dust deposits from the coal-transport and its preparation is solid with a contaminant, which is available in the form of aerosols.

haldele de zgură, cenușă și praful de cărbune provenit din depozitele de cărbune sau din transportul și prepararea acestuia constituie împreună o noxă solidă, care se găsește și sub formă de aerosoli.

În cazul în care cenușa rezultată din arderea cărbunelui are în compoziție și un conținut redus de metale grele (Zn, Cu, Mn, Cd, Ni, Pb, Co, Hg), aerosolii formați sunt netoxici. Sub aspect nociv, aceștia prezintă importanță numai în cantități mari.

Monitorizarea compușilor poluanți din mediu include arii multiple de investigare - aer, apă, sol, vegetație atât în mediul urban, cât și în cel rural. Numărul mare de specii de poluanți, distribuția acestora implică strategii de sampling și metodologii analitice de investigare în special în ceea ce privește dezvoltarea, implementarea și aplicarea acestor metode în cadrul programelor de protecția mediului.

Samplingul și metodologia investigării poluării mediului în general, a gradului de poluare în preajma surselor de poluare, se realizează prin identificarea surselor potențial poluante, a substanțelor poluante și a concentrației acestora, monitorizarea pe termen mai lung a gradului de poluare și a ratei acesteia.

O serie de plante, în speță, vegetația ierboasă, legumele, fructele pot fi utilizate ca biomonitori ai gradului de poluare, în general, cu metale grele în special, prin analiza chimică a componentilor din zonele adiacente surselor de poluare cu produși de ardere ai centralelor termoelectrice pe cărbune.

Pornind de la datele din literatură pentru a evalua gradul de poluare cu metale grele, ne-am propus să investigăm nivelul concentrației de metale grele din cărbune, cenușa primară (la nivelul filtrelor), cenușa depozitată în haldă, sol, din arealul unei centrale termoelectrice pe bază de combustibil solid, cărbune : Complexul Energetic Turceni.

În acest sens, s-au stabilit zonele de interes al aplicării samplingului și metodologiei de evaluare a influenței emisiilor poluante rezultate din combustia cărbunelui în arealul CET Turceni, prin determinarea

If the ash resulting from burning coal has a composition and a low content of heavy metals (Zn, Cu, Mn, Cd and Ni, Pb, Co, Hg), aerosols formed are non-toxic. In terms of harm, they are important only in large quantities.

Monitoring of environmental pollutants include compounds for investigating multiple areas - air, water, soil, vegetation in urban and in rural areas. Number of species of pollutants, their distribution involves sampling and analytical methodologies strategies investigation in particular the development, implementation and application of these methods in environmental programs.

Sampling and methodology of investigation of environmental pollution in general, the degree of pollution near the sources of pollution, is achieved by identifying potential sources of pollutants, the concentration of pollutants and their long-term monitoring of pollution and its rate.

A number of plants, in this case, herbaceous vegetation, vegetables, fruit can be used as biomonitors of pollution in general, especially heavy metals by chemical analysis of the components of adjacent sources of pollution produced by combustion of plants coal power plants.

Starting from literature data to assess the degree of heavy metal pollution, we aimed to investigate the concentration of heavy metals in coal ash primary (the filter), ash deposited in landfill, soil, the area of thermal power plants the solid fuel, coal: Turceni complex. In this respect, we have established areas of interest and application of sampling methodology for assessing the influence of emissions from the combustion of coal in the area Turceni CET by determining concentrations of heavy metals in the soil and vegetation.

concentrațiilor de metale grele cu impact asupra solului și vegetației.

2. CARACTERIZAREA GENERALĂ A AREALULUI TERMOCENTRALEI TURCENI

- Termocentrala este situată în Lunca Jiului, la sud de pârâul Jilț, în apropierea acestuia cu Jiul la aproximativ 1,5 km-E de localitatea Turcenii de Sus.
- Geomorfologic zona de influență a termocentralei aparține Piemontului Getic, prezentând caractere de tranziție între munte și câmpie, atât geomorfologic, cât și al condițiilor și resurselor, al valorificării acestora, al dinamicii așezărilor și al peisajelor.
- Zona studiată se caracterizează prin accentuarea fragmentării reliefului, fapt favorizat de rocile friabile marmo-argiloase, luturi, nisipuri, pietrișuri.
- Rețeaua hidrografică este adâncită și lărgită continuu sub acțiunea factorilor tectonici, climatici și prin lucrări.
- Din punct de vedere climatic, se află sub influența climatului preponderent mediteranean, cu circulație de componentă sudică și vestică, interferând cu circulația aerului pe culoarul Jiului, pe direcția NV-SE.
- Regimul temperaturilor și al precipitațiilor este influențat de masele de aer oceanic din vest, combinat cu climatul mediteranean din S-V.
- Vegetația naturală reprezentată de păduri s-a restrâns treptat, lăsând loc pajiștilor și culturilor agricole.
- Conform cu documentul de funcționare [4], sunt cunoscute sursele de poluare ale mediului înconjurător ale Termocentralei Turceni.

Principalii poluanți emiși în atmosferă, conținuți în gazele rezultate în urma arderii combustibilului împreună cu aerul de combustie, în focarele cazanelor, sunt: SO₂, NO_x, CO₂, CO, pulberi și particule nearse,

2. GENERAL CHARACTERIZATION TURCENI POWER PLANT ENVIRONMENT

- Thermal Power Plant is located in Meadow Jiu stall south of the river, close to it with Jiu-E about 1.5 km from the town of Upper Turcenii.
- Geomorphological zone of influence of power plant belongs to the Piedmont Piedmont, showing the character of the transition between the mountains and plains, both geomorphological and the conditions and resources of their recovery, the growth of settlements and landscapes.
- The study area is characterized by increased drainage, which is favored by a clay MARMO loose rocks, clays, sands, gravels.
- The hydrographic network is continuously expanded and deepened under the action of tectonic factors, climatic and work.
- In terms of climate, mainly under the influence of Mediterranean climate, with circulation of the southern and western part, by interfering with air traffic corridor Jiu NW-SE direction.
- Temperatures and precipitation regime is influenced by oceanic air masses from the west, Mediterranean climate combined with the SW.
- The natural vegetation is represented by forests gradually shrank, leaving grasslands and agricultural crops.
- According to the document running [4], are known sources of environmental pollution of Turceni power plant.

The main pollutants emitted into the atmosphere, contained in exhaust gases from burning fuel with air for combustion in boiler furnaces are: SO₂, NO_x, CO₂, CO, particulates and unburned particles, traces of heavy metals (Hg, Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V) concentration of mercury in flue gas will be below 0.05 mg / Nm³ and the sum of the concentrations of heavy metals

urme de metale grele (Hg, Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V)

Concentrația de mercur în gazele de ardere va fi sub $0,05 \text{ mg/Nm}^3$, iar suma concentrațiilor de metale grele (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V) va fi sub $0,5 \text{ mg/Nm}^3$; Titularul activității are obligația de a furniza date cu privire la nivelul de emisie privind alți poluanți respectiv: CO, metale grele, etc; Principalele surse de poluare ale solului și subsolului sunt:

- zona depozitului de cărbune;
- depozitul de uleiuri, produse petroliere;
- depozitul chimic;
- stația de tratare chimică a apei și canalele interioare;
- depozitul de zgură și cenușă.

Măsurile de prevenire a poluării solului și vegetației:

- instalație de umectare a haldelor de zgură și cenușă, pentru prevenirea spulberării de către vânt;
- întreținerea perdelelor de protecție construite din arbori și arbuști rezistenți;
- depozite de deșeuri tehnologice temporare conforme.

3. MATERIALE ȘI METODE EXPERIMENTALE

3.1. Prelevarea de probe

În arealul Termocentralei Turceni s-au prelevat probe de combustibil solid, cenușă și sol în conformitate cu specificul geomorfologic și litologic al teritoriului, direcția dominantă a curenților atmosferici, a poziționării atât a termocentralei cât și a depozitului de cenușă situat la vest de termocentrală.

În acest sens, s-a procedat la prelevarea de probe în scopul urmăririi evoluției concentrației de metale grele din combustibilul solid utilizat, cenușa primară de la nivelul filtrelor, în interiorul haldei de zgură și cenușă, în solul adiacent surselor potențiale de emisii poluante de metale grele ale termocentralei și depozitului de deșeuri.

Probele s-au recoltat în conformitate cu normele în vigoare prevăzute pe baza

(Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V) will be below 0.5 mg / Nm^3 ; business owner is required to provide data on the emission of other pollutants such as: CO, heavy metals, etc.

The main sources of pollution of soil and subsoil are:

- the coal storage
- storage of oils, petroleum products
- chemical storage
- chemical water treatment plant and inner channels
- deposit of slag and ash.

Measures to prevent pollution of soil and vegetation:

- installation of wetting of ash and slag heaps, to prevent the wind spulberării
- maintenance of protective belts of trees and shrubs resistant built
- temporary landfill compliant technology.

3. MATERIALS AND EXPERIMENTAL METHODS

3.1. Prelevarea samples

Turceni power plant in the area were sampled by solid fuel, ash and soil in accordance with specific geomorphological and lithological territory, the dominant direction of air currents, the positioning of both the power plant and ash landfill located west of the power plant.

In this sense, the sampling was done in order to follow the evolution of heavy metal concentration of solid fuel used in the primary ash filter, inside the heap of slag and ash, the soil adjacent to potential sources of pollutant emissions of heavy metals power plant and landfill.

Samples were collected in accordance with the rules provided on the basis of analytical sampling requirements.

3.2. Quantitative Chemical Analysis

Determination of heavy metals from soil by wet mineralization is concentrated strong acid and hydrogen peroxide: HNO_3 , HCl and H_2O_2 using digester MILESTONE

Procedure:

cerințelor analitice de prelevare .

3.2. Analiza chimică cantitativă

Determinarea metalelor grele din sol se face prin mineralizare umedă cu acizi tari concentrați și apă oxigenată: HNO₃, HCl și H₂O₂ folosind Digestorul MILESTONE

Mod de lucru:

- se cântărește 1 g sol în fiole de mineralizare ale digestorului MILESTONE;
- se adaugă amestecul oxidant: 6 ml HNO₃ 65% + 3 ml HCl 35% + 0,25 ml H₂O₂ 30%; se etanșează fiolele și se pornește programul de mineralizare;
- se răcesc probele: ventilație 30 min;
- se țin probele în vasele de digestie cel puțin 12 ore (peste noapte) acoperite cu o hârtie de filtru, pentru a evita contaminarea;
- se filtrează probele în baloane cotate de 50 ml (spălare filtru cu apă distilată);

Analiza cantitativă a metalelor din cenușă, sol și produse vegetale a fost realizată prin tehnici moderne instrumentale Spectrometrie de Absorbție Atomică (AAS). Determinarea metalelor grele din sol s-a realizat conform Manualului de operare MICROWAVE MA079 Re.0/2006.

- Weigh 1 g vials of the mineralization of soil MILESTONE digester;

- Oxidant mixture is added: 6 ml 65% HNO₃ + 3 ml HCl + 0.25 ml 35% H₂O₂ 30%, the seals and vials of the mineralization starts;

Steps program of mineralization (table 1)

- Cool samples: 30 min ventilation;
- To take samples in the digestion vessels at least 12 hours (overnight) covered with filter paper to avoid contamination;

- Filter samples in flasks of 50 ml (wash the filter with distilled water);

Quantitative analysis of metals in ash, soil and plant products was achieved by modern instrumental techniques Atomic Absorption Spectrometry (AAS).

Determination of heavy metals in soil was done according to the Handbook of MA079 Re.0/2006 MICROWAVE

Tabel 1. Etape program de mineralizare

Table 1. Steps program of mineralization

Etapa	Timp (min)	Putere (W)	Temp (°C)
1	15	850	150
2	15	850	210
3	15	850	210

4. REZULTATE

Rezultatele cercetării prin tehnica instrumentală amintită mai sus (AAS) pentru cele opt metale grele din cărbune, cenușa de la baza filtrelor, din halda de cenușă, solul adiacent haldei și termocentralei sunt prezentate în figura 1 (pentru plumb) și în tabelul 2 pentru conținutul global. [10]

4. RESULTS

The research results mentioned above instrumental technique (AAS) for eight heavy metals in coal ash from the filter, dump the ash, soil and power plant adjacent to the dump are shown in Figure 1 (for lead) and Table 2 for contents globally. [10].

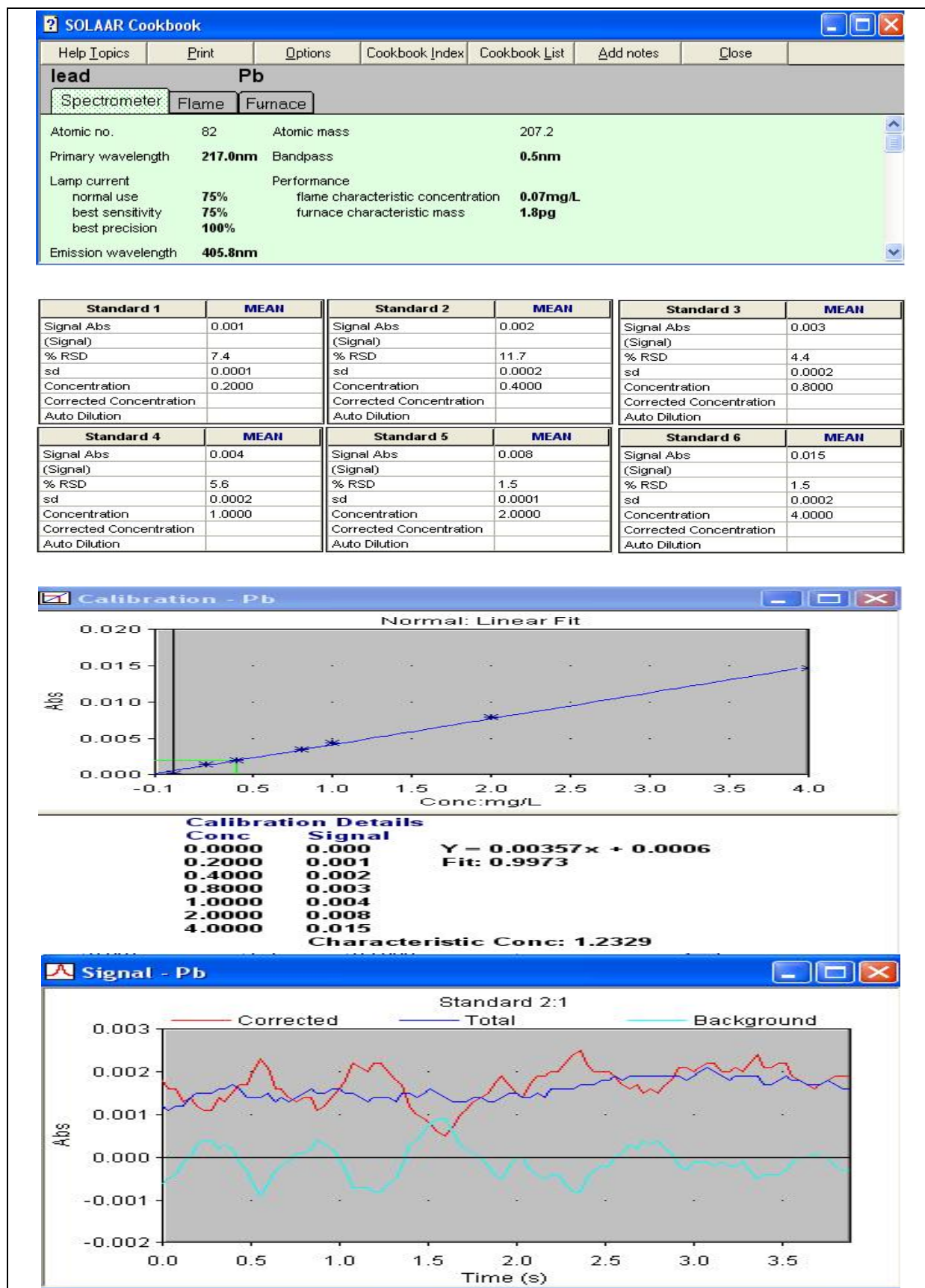


Figura1. Rezultate tehnice de calibrare, cuantificare a plumbului prin AAS.

Figure1. Technical results calibration measurement of lead by AAS

Tabelul 2. Nivelul concentrației de metale grele - forme totale în combustibil solid, cenușă și sol în arealul CET TURCENI. Nivel 0-35cm

Sursa: Raport sinteză, contract cercetare nr: 456/21.06.2010, Buletin analize ICPA Nr.3226/ 02.12.2010, Buletin încercare 65/2010.

Table 2. Concentration levels of heavy metals - total forms solid fuel, ash and soil in the area TURCENI CET. Level 0-35cm

Source: Synthesis Report, Research Contract No: 456/21.06.2010, analysis ICPA Newsletter Nr.3226 / 02.12.2010, Bulletin 65/2010 test.

Nr. crt.	Specificație	Concentrație metale grele mg/kg (val. medii)							
		Zn	Cu	Mn	Pb	Ni	Co	Cd	Hg
1	Cenușă filtru CET	12,1	<u>65,4</u>	502	<u>47,9</u>	<u>79,0</u>	13,8	1,024	0,037
2	Material haldă CET	55,6	<u>56,9</u>	263	<u>31,8</u>	<u>78,0</u>	11,6	0,139	0,020
3	Probe sol la 1000 m est haldă CET	<u>100</u>	<u>29,2</u>	525	<u>70,2</u>	<u>45,2</u>	11,6	0,302	0,102
4	Probe sol est Termocentrală Brănești	91,2	<u>24,2</u>	473	<u>40,0</u>	<u>40,8</u>	12,6	0,254	0,049
4	Probe cărbune depozit CET	56,5	<u>21,6</u>	132	<u>31,4</u>	30,3	5,79	0,331	0,019

Pentru evaluarea evoluției în timp a nivelului de metale grele în sol redăm rezultatele analizelor fizico- chimice și biologice (tabel3) realizate în anii 1997, 2000. [7]

To assess the time evolution of heavy metal levels in soil we reproduce the results of physico-chemical and biological (table 3) weapons made in 1997, 2000. [7]

Tabel 3. Valori ale metalelor grele în sol, arealul Termocentralei Turceni, anii :1997, 2000. Sursa. SC. ICEMERG SA, C4145/2000, 60709/1996. Nivel 0-35cm.

Table 3. Values of heavy metals in soil, Turceni power plant area, years: 1997, 2000. Source. SC. ICEMERG SA, C4145/2000, 60709/1996. Level 0-35cm.

Nr.crt.	Metalul	Conc. maxime metale grele (ppm) anul 1997	Conc. maxime metale grele (ppm) anul 2000
	Cu	23-43,5	24-42
	Zn	63-123	58-224
	Pb	38-48	25-45
	Co	16-18,5	16-19,5
	Ni	49-78	35-39
	Mn	331-638	464-639
	Cd	0,8-0,9	0,7-1,8

5.CONCLUZII

✓ Valorile parametrilor climaterici ai arealului Termocentralei Turceni pot fi considerate normale și nu prezintă o influență semnificativă asupra acumulării metalelor grele în sol și plante.

✓ Având în vedere faptul că halda de

5.CONCLUSIONS

□ Values of climatic parameters Turceni power plant area can be considered normal and does not present a significant influence on the accumulation of heavy metals in soil and plants.

□ Given that the ash dump is located in the

cenușă este situată în vestul localității Turceni, este de așteptat ca vânturile să antreneze cenușa uscată, determinând concentrarea metalelor grele în sol și în plante și să creeze fenomene de poluare pe terenurile agricole ale acestui areal.

✓ Cenușa prezintă un conținut apreciabil de metale grele-forme totale, mai ridicat în comparație cu valorile normale pentru solurile agricole, dar nu la un nivel așa de ridicat ca să fie limitativ pentru cultura plantelor.

✓ Solul arealului Termocentralei Turceni este un sol cu încărcătură antropică suplimentară cu metale grele, în special cupru, nichel, plumb și chiar, zinc. Parametrii fizico-chimici ai acestui sol mențin aceste metale încă în forme inaccesibile plantelor. Această stare de fapt este temporară, întrucât impactul cenușii cu solul acestui areal pe o perioadă mai îndelungată determină concentrarea metalelor grele în sol și în plante.

✓ Această stare de fapt arată că fenomenul de poluare este încă incipient și prin urmare, nu se poate vorbi de un proces evident de poluare cu metale grele. Fenomenul se poate amplifica în cazul în care impactul antropic se prelungește, fără a se lua măsurile tehnice specifice.

✓ Controlul gradului de poluare cu metale grele Cu, Cd, Pb, Ni, Zn, Co, Mn, Hg, din sol și vegetația adiacentă poate fi realizat prin analiza instrumentală AAS în condiții optime. În ambele tipuri de analize sol și vegetație, limitele maxime de toxicitate admise pentru metalele grele din sol și vegetație nu au fost depășite semnificativ, neafectând deocamdată sănătatea populației, cu excepția vecinătății haldei de cenușă (Ordinul OMAPPM 756 din 03.11.1997).

BIBLIOGRAFIE

- 1.NAMIESNIK, J., WARDENCKI, W., Acta Universitatis Chiniensis, Seria F Chemia 2, 2000, 3.
- 2.AYRAS,M., NISKAVARAA H., BOATYREV I., CHEKUSKIN V., PAVLOV V., REIMANN C., J.Geochem.Explor., 1997, 58, 269.

western town Turceni, is expected to result in ash dry winds, causing the concentration of heavy metals in soil and plants and create the phenomena of pollution of the agricultural land area.

□ Ash has a considerable content of heavy metals, total-forms, which were higher compared with normal values for agricultural soils, but not at a level so high as to be limited for crop production.

Soil Turceni power plant area is an additional anthropogenic soil laden with heavy metals, especially copper, nickel, lead and even zinc. Physico-chemical parameters of the soil retain these metals still inaccessible plant forms. This situation is temporary, whereas the impact of ash on the ground of this area longer determines the concentration of heavy metals in soil and plants.

□ This fact shows that the pollution is still early, and therefore can not speak of a clear process of heavy metal pollution. The phenomenon is amplified when human impact is extended, without taking specific technical measures.

□ Control of pollution with heavy metals Cu, Cd, Pb, Ni, Zn, Co, Mn, Hg, adjacent soil and vegetation can be achieved by AAS instrumental analysis conditions.

In both types of soil and vegetation analysis, the maximum allowed for heavy metal toxicity in soil and vegetation have been significantly exceeded, yet does not affect people's health, except in the neighborhood of the ash heap (OMAPPM Order 756 of 11/3/1997).

REFERENCES

- 1.NAMIESNIK, J., WARDENCKI, W., Acta Universitatis Chiniensis, Seria F Chemia 2, 2000, 3.
- 2.AYRAS,M., NISKAVARAA H., BOATYREV I., CHEKUSKIN V., PAVLOV V., REIMANN C., J.Geochem.Explor., 1997,58,269.
- 3.PALIMERI, F., NERI, R., BENCO, C., SERRACCA, L., J.Environ.Path.Toxicol.Oncol., 1997, 16, 175.
- 4.JUUTTI,S., NOROKORPI,Y., HELLE T., RUUSKANEN J., J.Sci.Total Environ.,

3. PALIMERI, F., NERI, R., BENCO, C., SERRACCA, L.,
J. Environ. Path. Toxicol. Oncol., 1997, 16, 175
4. JUUTTI, S., NOROKORPI, Y., HELLE T., RUUSKANEN J., J. Sci. Total Environ., 1996, 180, 117
4. AUTORIZAȚIE INTEGRATĂ DE MEDIU NR. 11/05.07.2006 Revizuită, 2010
5. CORDOȘ, E., FRENȚIU, T., POTRA, M., RUSU, A., FODOR, A., Analiza prin spectrometrie atomică, Ed. Institutului Național de Optoelectronică, București, 1998.
6. PRICHARD, E., „Setting Standards in Analytical Science”, Seminar RENAR, 2001.
7. Stabilirea impactului termocentralelor asupra solului SC ICMENERG SA C 4145/200, C3.083-60709/96
8. NICA-BADEA, D., MĂRUȚOIU, C., GOGOȘĂ, I., BÎCĂ, MD, MĂRUȚOIU, OF, The biomonitoring of the thermoelectrically power station impact over the environment. the control of the degree of pollution by heavy metals in adjacent areas, Rev. Transcom, ISBN 978-80-554-0029-7, University Zilina, SLOVAC REPUBLIC, TITLUL A-8-TH EUROPEAN CONFERENCE OF RESEARCH WORKERS, 22nd to 24th June 2009. www.transcom2009.sk.
9. NICA-BADEA, D., MĂRUȚOIU, C., GOGOȘĂ, I., MĂRUȚOIU, OF,, Le c ntrole du degr  de pollution avec des m taux du produits agroalimentaire v g tale, Analele Universit ții „Constantin Br ncuși” Tg-Jiu, No.2, vol.1/2007, p.271-276.
10. MĂRUȚOIU, C., GOGOȘĂ, MĂRUȚOIU, OF., SORAN, ML., NICA-BADEA, D., Separation, identification and determination of some hard metals from silybum marianum L. „Metal Elements In environment, Medicine and Biology”, Garban Zeno, Dragan Petru (Eds), Publishing House „Eurobit” Timișoara, vol. VII, 2006, p.241.
10. NICA BADEA D., Studiul privind influența emisiilor poluante provenite de la Termocentrala Turceni asupra poluării cu metale grele a solului și a vegetației, Raport Contract cercetare nr: 456/21.06.2010.
4. AUTORIZAȚIE INTEGRATĂ DE MEDIU NR. 11/05.07.2006, Revizuită 2010
5. CORDOȘ, E., FRENȚIU, T., POTRA, M., RUSU, A., FODOR, A., Analiza prin spectrometrie atomică, Ed. Institutului Național de Optoelectronică, București, 1998.
6. PRICHARD, E., „Setting Standards in Analytical Science”, Seminar RENAR, 2001.
7. Stabilirea impactului termocentralelor asupra solului SC ICMENERG SA C 4145/200, C3.083-60709/96
8. NICA-BADEA, D., MĂRUȚOIU, C., GOGOȘĂ, I., BÎCĂ, MD, MĂRUȚOIU, OF, The biomonitoring of the thermoelectrically power station impact over the environment. the control of the degree of pollution by heavy metals in adjacent areas, Rev. Transcom, ISBN 978-80-554-0029-7, University Zilina, SLOVAC REPUBLIC, TITLUL A-8-TH EUROPEAN CONFERENCE OF RESEARCH WORKERS, 22nd to 24th June 2009. www.transcom2009.sk.
9. NICA-BADEA, D., MĂRUȚOIU, C., GOGOȘĂ, I., MĂRUȚOIU, OF,, Le c ntrole du degr  de pollution avec des m taux du produits agroalimentaire v g tale, Analele Universit ții „Constantin Br ncuși” Tg-Jiu, No.2, vol.1/2007, p.271-276.
10. MĂRUȚOIU, C., GOGOȘĂ, MĂRUȚOIU, OF., SORAN, ML., NICA-BADEA, D., Separation, identification and determination of some hard metals from silybum marianum L. „Metal Elements In environment, Medicine and Biology”, Garban Zeno, Dragan Petru (Eds), Publishing House „Eurobit” Timișoara, vol. VII, 2006, p.241.
10. NICA BADEA D., Studiul privind influența emisiilor poluante provenite de la Termocentrala Turceni asupra poluării cu metale grele a solului și a vegetației, Raport Contract cercetare nr: 456/21.06.2010.