

PËRCAKTIMI I PËRMBAJTJES SË METALEVE TË RËNDA NË TOKA NË ZONËN INDUSTRIALE TË QYTETIT TË ELBASANIT

*JONIDA TAHIRAJ.¹, ELDA MARKU.¹, LIRIM BEKTESHI.²

¹Universiteti i Tiranës, Fakulteti i Shkencave të Natyrës, Departamenti i Kimisë

²Universiteti i Elbasanit, Fakulteti i Shkencave të Natyrës, Departamenti i Kimisë
e-mail: jonida.tahiraj@fshn.edu.al

Përmbledhje

Metalet e rënda në toka janë konsideruar gjurmues të fuqishëm për të monitoruar ndotjen e shkaktuar nga aktivitetet industriale, emetimet e automjeteve dhe depozitimet atmosferike. Prezenca e tyre në toka mund të ndikojë në shëndetin e mjedisit dhe të njeriut. Ky studim ka për qëllim përcaktimin e nivelit të ndotjes nga disa metale të rënda në Kombinatin Metalurgjik, në qytetin e Elbasanit, aktiviteti i të cilit ka filluar prej viteve 70'. Shtatëmbëdhjetë mostra toke u mbledhën në sipërfaqe (0-15cm) në stacione të ndryshme në zonën industriale. Pas disgregimit të mostrave me përzjerje acide, u përcaktua përmbajtja totale e metaleve (Cu, Cd dhe Zn) me teknikën e spektroskopisë së masës me plazëm të çiftuar me induksion (ICP-MS). Kontrolli i cilësisë së rezultateve për elementët e përcaktuar u krye duke analizuar materialin referues, SRM 2709 (San Joaquin Soil), të NIST. Përqendrimi i tyre në toka paraqet këtë trend në zbritje: Zn > Cu > Cd. Përqendrimet maksimale të Cd, Cu dhe Zn u dedektuan në stacionin 4 (uzina e hekurit dhe çelikut), në stacionin 7 (uzina e koksit) dhe në stacionin 15 (afër uzinës 12). Përqendrimet e metaleve u krahasuan me vlerat e lejueshme të tyre në toka të raportuara nga Organizata Botërore e Shëndetësisë. Përqendrimet maksimale të Cu dhe Zn në disa stacione ishin në nivel më të lartë se vlerat e lejueshme, ndërsa përqendrimi i Cd brenda vlerave të lejueshme. Aktivitetet industriale të fabrikave të çimentos, hekurit dhe çelikut, koksit, ferro-kromit konsiderohen burimet kryesore të emetimit të metaleve të rënda në atmosferë dhe në tokë.

Fjalëkyçe: Tokë, metale të rënda, ICP-MS, ndotje.

Abstract

Heavy metals in soils have been considered as powerful tracers for pollution monitoring, caused from industrial activities, vehicular emissions and atmospheric deposited. Their presence in the soil can affect the environmental and human health. The main objective of this study was to determine the level of soil pollution by analyzing some heavy metals, in the metallurgical combine, in Elbasan city, whose activity has begun since 70'. The seventeen soil samples were collected at surface level (0-15 cm) from various locations in this industrial area. After the digestion of the samples in an acid mixture, the solutions were analysed for the total content of three heavy metals (Cu, Cd, Zn) by inductively coupled plasma- mass spectrometry (ICP-MS) technique. The quality control of the results for the specified elements was performed by carrying out simultaneous analysis of the reference material SRM 2709 (San Joaquin Soil), NIST. The concentrations of heavy metals in the soils display the following decreasing trend: Zn > Cu > Cd. The maximum concentrations

of Cd, Zn and Cu were detected in the station 4 (iron and steel plant), station 7 (coke plant) and station 15 (near plant 12). All the data were compared with allowable limits of WHO guidelines. The maximum concentrations of Cu and Zn were higher in some stations compared with this value and the concentration of Cd was lower than the normal value. The industrial activities of cement plant, iron and steel, ferro-chrome and coke plants were considered as the major emission sources of heavy metals in atmosphere and soil.

Key words: Soil, heavy metals, ICP-MS, pollution.

Hyrje

Ndotja e tokës me metale të rënda përbën një problem të rëndësishëm mjedisor. Përmbajtja e tyre në toka sjell një rritje të rrezikut në shëndetin e njeriut, pasi jonet e metaleve mund të absorbohen me pluhurat përmes frymëmarrjes, si edhe mund të merren nga konsumi i produkteve ushqimore (Tipping *et al.*, 2003). Metalet e rënda të akumuluar në trupin e njeriut në doza më të larta sesa vlerat e lejuara, shkaktojnë probleme kancerogjene, teratogjene, toksike dhe kardiovaskulare. Rritja e përmbajtjes së metaleve të rënda në toka vihet re përgjithësisht në zona me aktivitet industrial të shumtë. Industria metalurgjike ka një rëndësi të veçantë për shkak se prodhon sasi të madhe të mbetjeve të ngurta. Studimet e mëparshme kanë treguar se uzinat e hekur - çelikut janë burime të rëndësishme të emetimit të ndotësve në ajër (IPPC, 2001). Në varësi të llojit të skrapit të përdorur për prodhim, pajisjet e shkrirjes së hekurit mund të çojnë në ndotje të lartë me metale të rënda (Orescanin *et al.*, 2004).

Gjatë proceseve të prodhimit të hekurit dhe të çelikut emetohen Zn, Cr, Ni, Pb, Cd, metale si dhe okside metalesh), ndotës inorganikë në fazë të gaztë (NO_x, SO₂, CO, HF dhe HCl) dhe disa ndotës organikë, si: komponime organike volatile (VOC), klorbenzene, dioksina dhe furane, PAH-të, etj. (IPPC, 2001). Faktorët që mund të ndikojnë në ndotjen e tokës janë distanca nga burimi i emetimit, drejtimi dhe shpejtësia e erës, shpeshtësia e sasia e precipitimit, si dhe veçoritë e tokës (Fritsch *et al.*, 2010). Shumë studime kanë treguar se aktivitetet industriale ndikojnë në përqendrimin e metaleve të rënda në këto zona (Shallari *et al.*,1998), (Dhimo *et al.*, 1999), (Sallaku *et al.*,1999). Identifikimi dhe përcaktimi i metaleve të ndryshme në toka është realizuar me teknikën e spektroskopisë së masës me plazëm të çiftuar me induksion (ICP-MS), për shkak të përparësive që paraqet kjo teknikë. Analiza e metaleve të rënda u krye në Institutin e Kimisë Analitike në Universitetin e Graz-it, Austri.

Qëllimet kryesore të realizimit të këtij punimi janë: i) përcaktimi i përqendrimit të metaleve (Cd, Cu dhe Zn) në 17 stacione në brendësi të Kombinatit Metalurgjik, ii) vlerësimi i ndotjes nëpërmjet llogaritjes së faktorit të ndotjes, iii) krahasimi i përqendrimeve mesatare të metaleve me nivelet e tyre të raportuara për tokat e Hollandës, Gjermanisë, Australisë, si edhe me vlerat e lejuara sipas Organizatës Botërore të Shëndetësisë (Mamtaz & Chowdhury, 2006).

Materiali dhe metodat

Zona në studim. Kombinati Metalurgjik ndodhet rreth 5 km larg qytetit të Elbasanit dhe përbën një nga zonat industriale më të rëndësishme të vendit tonë. Fillimisht u ndërtua Uzina e Petëzimit dhe pas viteve '70 u ndërtuan Uzina e Gizës (Furrnalta), Uzina e Koksit, Uzina Nr. 12, Uzina e Çelikut, Fonderia e Gizës dhe e Çelikut, Uzina e Koksit, Fabrika e Oksigjenit, Ndërrmarja e Transportit, Uzina e Nikel- Kobaltit, Reparti i Avolxhimit etj. Të gjitha këto uzina u ndërtuan në një sipërfaqe prej 160 hektare (1.6 km²). Në figurën 1 tregohet harta e marrjes së mostrave në brendësi të Kombinatit Metalurgjik.



Figura 1. Harta e marrjes së mostrave të tokës në Kombinatit Metalurgjik, Elbasan

Marrja e mostrave të tokës dhe analiza kimike.

Në brendësi të Kombinatit Metalurgjik, u mblodhën 17 mostra toke në thellësinë (0-15 cm) duke përdorur një driller dore. Marrja e mostrave u realizuar gjatë muajit Mars të vitit 2017. Mostrat u ruajtën në shishe qelqi dhe u transportuan për në laborator sipas procedurës së përshtatur në (IAEA, 2004). Fillimisht mostrat u thanë në termostate në temperaturën 35°C deri në peshë konstante, më pas u blujtën dhe u homogjenizuan në aparatit (Mixer Mill 400 MM, Retsch). Të gjitha mostrat e marra në studim u analizuan në 3 prova paralele. 0.2 gram mostër toke u disgregua me përzierje acide HNO₃:HF në mikrovale (UltraClave, MLS GmbH) (Moor *et al.* 2001).

Pas disgregimit, çdo alikuotë u transferua në tuba plastike, ku u hollua deri në 50 ml me ujë të bidistiluar. Përqendrimit e elementëve në mostra u përcaktuan me teknikën e ICP-MS (Agilent 7500 ce), i pajisur me një qelizë

jonizuese për të minimizuar interferencat poliatomike dhe efektet e matricës. Për të reduktuar interferencat u përdor gaz He. Pas optimizimit të ICP-MS, instrumenti u përgatit për të matur provat e bardha, serinë e tretësirave kalibruese, mostrën standarde referuese SRM 2709 San Joaquin të NIST-it dhe mostrat e tokës. Tretësirat standarde u përgatiten nga një tretësirë multi-elementëshe, e cila përmban Zn, Cd dhe Cu. Kurbat e kalibrimit janë matur për çdo element me përqëndrimin nga 0.1-100 ppb. Izotopet e zgjedhur për matje janë: ^{63}Cu , ^{66}Zn dhe ^{111}Cd . Për çdo seri matjesh u përgatitën 2 prova të bardha dhe 1 mostër referuese. Nga matjet e tretësirave standarde u përcaktuan ekuacionet e regresit linear si edhe koeficientët e regresit linear me $R > 0.9999$ (Tabela 1).

Tabela 1. Ekuacionet e regresit linear për metalet Cu, Cd dhe Zn.

| Elementi | m/z | Ekuacioni regresit linear | R |
|----------|-----|---------------------------|--------|
| Cu | 63 | $y = 0.0452x + 0.0143$ | 1.000 |
| Zn | 66 | $y = 0.0056x + 0.0047$ | 0.9999 |
| Cd | 111 | $y = 0.0108x + 0.00017$ | 1.000 |

Për të vlerësuar saktësinë e metodës, u analizua një mostër toke e çertifikuar (SRM 2709 San Joaquin), e cila u trajtua në të njëjtën mënyrë si mostrat e tjera. Rikuperimi u vlerësua si raporti i vlerës së gjetur me atë të çertifikuar. Vlerat e rikuperimit të metaleve të përcaktuara variojnë nga 82 – 93 %. Limiti i diktimit i shprehur si mg/kg rezultoi për Cu-0.041, Zn-0.098 dhe Cd- 0.051 dhe limiti i përcaktimit përkatësisht 0.11 mg/kg, 0.22 mg/kg dhe 0.10 mg/kg.

Tabela 2. Vlerat e rikuperimit, LD dhe LP për metalet Cu, Cd dhe Zn

| Elementi | Vlera e çertifikuar | Vlera e gjetur | Rikuperimi % | LD mg/kg | LP mg/kg |
|----------|---------------------|----------------|--------------|----------|----------|
| Cu | 34.6±0.7 | 25.8±3.1 | 82 | 0.041 | 0.11 |
| Zn | 106 ± 3 | 66 ± 25 | 83 | 0.098 | 0.22 |
| Cd | 0.38±0.01 | 0.33±0.03 | 92 | 0.051 | 0.10 |

LD-limiti i diktimit, LP-limiti i përcaktimit

Rezultatet dhe diskutimi

Përqëndrimet e metaleve të rënda në toka në Kombinatin Metalurgjik të qytetit të Elbasanit paraqiten në figurën 2. Përqëndrimet e mostrave iu nënshtruan analizës deskriptive për të vlerësuar parametrat statistikorë, si mesatarja, shmangia standarde, vlera minimale, vlera maksimale, koeficienti i variancës, si edhe vlerat Kurtosis & Skewness. Për të realizuar analizën deskriptive është përdorur programi statistikor MiniTab 16. Koeficienti i variancës për Cu rezultoi më i madh sesa 75 %, gjë që tregon se të dhënat

nuk i binden shpërndarjes normale. Nga ana tjetër për metalet Zn dhe Cd, koeficienti i variancës rezultoi më i vogël sesa 75 %, që tregon se të dhënat i binden një shpërndarjeje pothuajse normale. Vlerat e Skewness dhe Kurtosis janë të larta për Cu, të ndryshme nga 0 dhe 3 përkatësisht, ndërsa për Cd dhe për Zn këto vlera janë afër 0 dhe 3 përkatësisht. Përqëndrimi mesatar i metaleve të rënda ndjek këtë trend në zbritje Zn>Cu>Cd. Përqëndrimi i Cd në toka për 17 stacionet e marra në studim varion nga 0.14 – 0.76 mg/kg peshë e thatë. Përqëndrimi më i lartë i Cd vihet re në stacionin S4 (uzina e çelikut) me vlerë 0.76 mg/kg, e ndjekur nga vlera 0.68 mg/kg në stacionin S13 (hyrja nga Bradashesh), dhe më pas nga vlera 0.53 mg/kg në stacionin S6 (furnalta). Cd shfaq nivele më të ulëta të ndotjes sesa metalet e tjera të marra në studim, si dhe nga vlera e rekomanduar e tij në toka (0.070- 1.100 mg/kg)(Mico *et al.*, 2006).

Tabela 3. Parametrat statistikore për metalet Cu, Zn dhe Cd.

| Parametrat statistikore | Cu | Zn | Cd |
|-------------------------|--------------|--------|-------|
| Mes (mg/kg) | 45.10 | 105.10 | 0.32 |
| Mediana | 30.74 | 82.2 | 0.240 |
| SD | 36.98 | 57.4 | 0.183 |
| CV | 81.99 | 54.62 | 57.27 |
| Min | 20.35 | 46.30 | 0.14 |
| Max | 154.0 | 265.6 | 0.76 |
| Skewness | 2.17 | 1.39 | 1.39 |
| Kurtosis | 4.32 | 2.47 | 1.05 |
| UCC (mg/kg) | 25 | 71 | 0.098 |

Mes- mesatarja, SD- shmangia standarde, CV- koeficienti i variancës, Min- minimum, Max- maksimum, UCC- korja kontinentale e sipërme (Taylor dhe McLennan 1985)

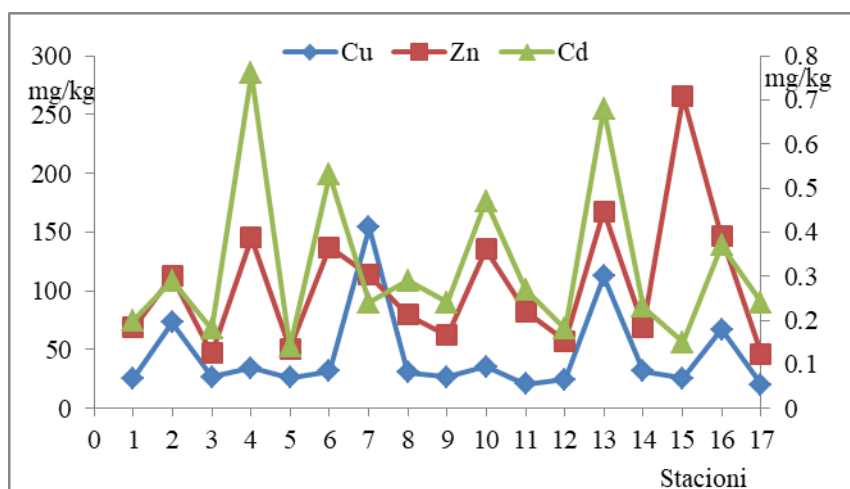


Figura 2. Përqëndrimi i metaleve të rënda në Kombinatit Metalurgjik të qytetit të Elbasanit

Nivelet e Zn në toka variojnë nga 46.30 – 265.59 mg/kg. Përqëndrimi më i lartë i zinkut vihet re në stacionin S15 (265.59 mg/kg), ndiqet nga stacioni S13 (167.42 mg/kg) dhe më pas nga S4 (145.44 mg/kg). Zn shfaq nivele më të larta të ndotjes së tokave krahasuar me metalet Cu dhe Cd. Burimet kryesore të emetimit të zinkut janë shkrirësja e metaleve, si dhe përdorimi i tij si element shtesë në vajrat lubrifikantë (Okunola *et al.*, 2007). Nivelet e Cu në toka variojnë nga 20.35 – 154.00 mg/kg. Përqëndrimi më i lartë i tij vihet re në stacionin S7 (uzina e koksit), dhe më i ulëti në S17 (nënstacioni). Përqëndrimet mesatare të Cd, Cu dhe të Zn në toka (Tabela 4) ishin më të ulëta sesa përqëndrimet mesatare të raportuara për fabrikat e prodhimit të çelikut në rajonin e Kremikovtzit, në Bullgari (Schaefer *et al.*, 2010) dhe të fabrikës më të madhe të prodhimit të çelikut në Turqi (Odabasi *et al.*, 2010). Kjo diferencë mund të vijë si rezultat i përdorimit të lëndëve të para me natyra të ndryshme dhe të proceseve teknologjike jo të njëjtë.

Tabela 4. Përqëndrimet e Cu, Cd dhe Zn në dy zona industriale, Bullgari dhe Turqi.

| Elementet | Schaefer <i>et al.</i> , 2010 | Odabasi <i>et al.</i> , 2010 | Kombinati Metalurgjik |
|-----------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Cd | 1.17 | 2 | 0.32 |
| Cu | 85.7 | 61 | 45.10 |
| Zn | 236 | 531 | 105.10 |

Vlerësimi i ndotjes të zonës industriale

Përqëndrimi i metaleve të rënda në toka ndikohet nga burime të ndryshme antropogjene dhe natyrore. Bazuar në përqëndrimet e metaleve të Cu dhe të

Zn për 17 stacionet e marra në studim, u llogarit faktori i kontaminimit (CF_i) për secilin element. Rezultatet janë paraqitur në figurën 3. Faktori i kontaminimit u llogarit si raporti i përqendrimit të metalit të studjuar me përqendrimin e metalit (vlerë sfondi) për zonën në studim. Për metalet Cu dhe Zn vlerat e sfondit janë 50 mg/kg dhe 70 mg/kg (Zajmi *et al.*, 1997). Për Cd nuk ka vlerë sfondi të raportuar për këtë zonë. Vlerat $CF_i < 1$ tregojnë ndotje të ulët, vlerat $1 \leq CF_i < 3$ ndotje mesatare, vlerat $3 \leq CF_i < 6$ ndotje të konsiderueshme dhe vlerat $CF_i \geq 6$ ndotje shumë të lartë (Luo *et al.*, 2007; Islam *et al.*, 2015a).

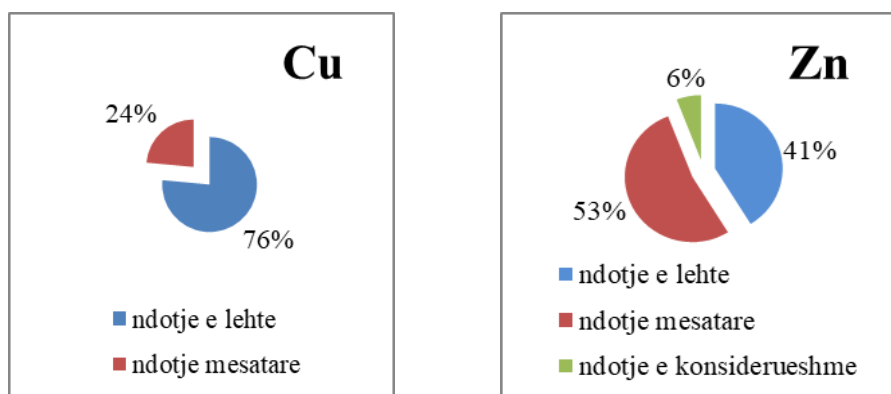


Figura 3. Përqindjet e mostrave sipas CF_i

Për metalin e Cu, 76 % e mostrave rezultuan me ndotje të lehtë dhe vetëm 24 % prej tyre rezultuan me ndotje mesatare. Për metalin e Zn, 41 % e mostrave rezultuan me ndotje të lehtë, 53 % ndotje mesatare dhe 6 % e mostrave me ndotje të konsiderueshme. Prania e këtyre metaleve vjen si pasojë e emetimit të tyre nga aktivitetet industriale në brendësi të Kompleksit Metalurgjik.

Përqendrimit mesatare të Cu (45.10 mg/kg), Zn (105.10 mg/kg) dhe Cd (0.32 mg/kg) u krahasuan me përqendrimit e këtyre elementëve të raportuara për tokat e Australisë, Kanadasë, Polonisë, Mbretërisë së Bashkuar, Gjermanisë, SHBA-së, Hollandës dhe me vlerat e lejuara të Organizatës Botërore të Shëndetësisë (Figura 4) (WHO/FAO, 2007, Chaoua *et al.*, 2018). Përqendrimi mesatar i Cu në toka në vendin tonë është më i lartë krahasuar me përqendrimin e tij të raportuar për tokat e Hollandës dhe në nivele më të ulta se vlerat e raportuara për vendet e tjera (Mamtaz & Chowdhury, 2006).

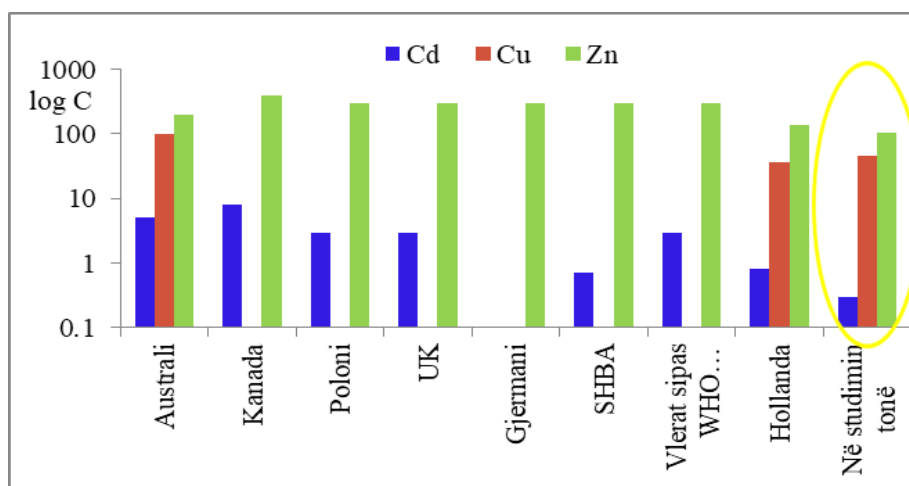


Figura 4. Krahasimi i niveleve të Cu, Cd dhe Zn me nivelet e tyre në toka në shtete të ndryshme (Mamtaz & Chowdhury, 2006).

Përfundime

Në këtë studim u përcaktuan përqendrimet e metaleve të Cu, Zn dhe Cd në Kombinatin Metalurgjik të qytetit të Elbasanit. Përqendrimet mesatare të tyre ndjekin këtë rend zbritës Zn>Cu>Cd. Përqendrimet e Cu, Zn dhe të Cd janë më të ulëta krahasuar me vlerat e tyre të raportuara për tokat e Australisë, Gjermanisë, Kanadasë, Polonisë, SHBA-së, si edhe me vlerat e lejuara të raportura nga Organizata Botërore e Shëndetësisë. Me përjashtim të disa stacioneve ku përmbajtja e Cu dhe e Zn arrin nivele më të larta sesa vlerat e lejuara. Vetëm 6 % e mostrave të marra në studim rezultuan me ndotje të konsiderueshme nga Zn dhe kjo për shkak të emetimit kryesisht nga uzina e hekur - çelikut.

Pjesa më e madhe e mostrave paraqesin ndotje mesatare për elementët Cu dhe Zn. Vlerësimi i ndotjes nuk mund të përcaktohet vetëm duke përdorur një tregues si faktori i ndotjes (CF_1) por duke studiuar edhe parametra të tjerë. Si përfundim, ndotja në Kombinatin Metalurgjik të qytetit të Elbasanit paraqitet në të njëjtat nivele me studimet e mëparshme. Aktivitetet industriale të uzinave të hekurit e çelikut, koksit dhe ferro-kromit konsiderohen burimet kryesore të emetimit të metaleve të rënda në atmosferë dhe në tokë për këtë zonë.

Falenderime

Falenderojmë programin Erasmus + International Credit Mobility, me financimin e të cilit u mundësuan analizat e këtij studimi, në Institutin e Kimisë Analitike, Graz, Austri nën udhëheqjen e Prof. Asoc. Dr. Georg Raber.

Literatura

Chaoua S., Boussaa S., Abdelhay El Gharmali El A., Boumezzough A., (2018) Impact of irrigation with wastewater on accumulation of heavy metals in soil and crops in the region of Marrakech in Morocco. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2018.02.003>

Dhimo L., Haxhimarka A., Xhule M., Cara F., Pluger W.L., Lausmann M., (1999): Report of the study: Geoambiental assessment in Elbasani Region, Geological Survey of Albania

Fritsch C., Giraudoux P., Coeurdassier M., Douay F., Raoul F., Pruvot C., Waterlot C., de Vaufleury A., Scheiffler R., (2010): Spatial distribution of metals in smelter-impacted soils of woody habitats: influence of landscape and soil properties, and risk for wildlife. *Chemosphere* 81: 141-155

IAEA, (2004): Soil sampling for environmental contaminants. IAEA TECDOC-1415

IPPC, (2001): Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC): Best Available Techniques Reference Document on the Production of Iron and Steel. European Document on the Production of Iron and Steel. European Commission, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain

Islam M.S., Ahmed M.K., Al-Mamun M.H., Hoque M.F., (2015a): Preliminary assessment of heavy metal contamination in surface sediments from a river in Bangladesh. *Environmental Earth Science* No: 73, 1837–1848

Luo W., Lu Y., Gisey J.P., Wang T., Shi Y., Wang G., Xing Y., (2007): Effects of land use on concentrations of metals in surface soils and ecological risk around Guanting Reservoir, China. *Environmental Geochemistry and Health* No: 29, 459–471

Mamtaz R. and Chowdhury H., (2006): Leaching characteristics of solid waste at an urban solid waste dumping site. *Journal of Civil Engineering*; No. 34: 71-79

Mico C.; Peris M.; Sanchez. and Recatala, L. (2006): Heavy metal content of agricultural soils in a Mediterranean Semiarid area: the Segura River Valley (Alicante, Spain). *Spanish Journal of Agricultural Research*; No. 4: 363-372

Moor C., Lymberopoulou T., Dietrich V.J., (2001). Determination of Heavy Metals in Soils, Sediments and Geological Materials by ICP-AES and ICP-MS. *Microchimica Acta*, No. 136, 123-128.

Odabasi M., Bayram A., Elbir T., Seyfiouglu R., Dumanoglu Y., Ornektekin S., (2010): Investigation of soil concentrations of persistent organic pollutants, trace elements, and anions due to iron-steel plant emissions in an industrial region in Turkey. *Water Air Soil. Pollut.* No. 213: 375-388

Okunola O.; Uzairu A. and Ndukwe G., (2007). Levels of Trace metals in soil and Vegetation along major and minor roads in Metropolitan City of Kaduna, Nigeria. *African journal of Biotechnology*; 6: 1703-1709

Orescanin V., Barisic D., Mikelic L., Lovrencic I., Rubcic M., Rozmaric-Macefat M., Lulic S., 2004. Environmental contamination assessment of the surroundings of the ex-Sibenik's ferro-manganese smelter, Croatia. *J. Environ. Sci. Health A* 39,2493-2506

Sallaku F., Shallari S., Wegener H.R., Henningsen P.F., (1999): Heavy metals in industrial area of Elbasani, Bulgaria Agricultural Science, No.3: 85-92

Schaefer K., Einax J.W., Simeonov V., Tsakovski S., (2010): Geostatistical and multivariate statistical analysis of heavily and manifoldly contaminated soil samples. Anal. Bioanal. Chem. 396, 2675-2683

Shallari S., Schwartz C., Hasko A., Morel J.L., (1998): Heavy metals in soils and plants of serpentine and industrial sites of Albania, Sci. Total Environ., No. 209: 133-142

Taylor S. R. dhe McLennan S. M (1985). The Continental Crust: its Composition and Evolution. Blackwell Scientific Publication, Oxford

Tipping E., Rieuwerts J., Pan G., Ashmore M.R., Lofts S., Hill M.T.R., Thornton I., (2003): The solid solution partitioning of heavy metals (Cu, Zn, Cd, Pb) in up land soils of England and Wales. Environ. Pollut. No. 125: 213-225

WHO/FAO, 2007. Joint FAO/WHO Food Standard Programme Codex Alimentarius Commission 13th Session. Report of the Thirty-Eight Session of the Codex Committee on Food Hygiene, Houston, United States of America, ALINORM 07/30/13

Zajmi A., Tashko A., Zharra A., Mazreku A., Jaupi P., (1997) Geochemical atlas of Albania CGGE (ed.). Centre of Geophysical and Geochemical Research, Tirana, Albania