

Monitoring kvaliteta zemljišta industrijskih zona Vojvodine

- Originalan naučni rad -

Jovica VASIN, Jordana RALEV, Tijana ZEREMSKI-ŠKORIĆ i

Mira PUCAREVIĆ

Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

Izvod: U toku jeseni 2002. godine uzorkovano je zemljište većih industrijskih zona gradova Vojvodine u okviru projekta Sekretarijata za zaštitu životne sredine i održivi razvoj Izvršnog Veća AP Vojvodine. Utvrđeno je da vrednosti osnovnih hemijskih svojstava zemljišta ne odstupaju od vrednosti uobičajenih za poljoprivredna zemljišta. Ukupni sadržaj mikroelemenata i teških metala na najvećem broju lokacija je ispod vrednosti maksimalno dozvoljenih količina. Na lokacijama gde su vrednosti više uzrok je prirodnog - geochemijskog porekla, osim u jednom slučaju gde je uzrok antropogeno delovanje. Sadržaj policikličnih aromatičnih ugljovodonika je na niskom nivou, osim na jednom lokalitetu na kojem je ispod granice najmanjeg rizika.

Ključne reči: Mikroelementi, osnovna hemijska svojstva, policiklični aromatični ugljovodonici, teški metali, zagađenost, zemljište.

Uvod

Zemljište predstavlja jedan od najvažnijih prirodnih resursa, neprocenjivo dobro celog čovečanstva, a nikako jedne generacije, jedne nacije, grupe ili pojedinca. Ono je ograničeno i uništivo dobro, sporo se obrazuje, a u procesu destrukcije brzo uništava.

Rad industrijskih postrojenja jedan je od najintenzivnijih oblika zagađenja ekosistema i zemljišta kao njegovog dela. Zagađenje može biti različitog stepena: od degradacije, destrukcije do isključenja zemljišta iz bilo kakve upotrebe, *Kastori*, 1995.

U urbanim sredinama u kojima su smeštene industrijske zone izvori zagađenja zemljišta mogu biti emisija para, prašine i izduvnih gasova (aerosola) industrije i saobraćaja, otpaci hemijske industrije (nusproizvodi, deterdženti, razna hemijska sredstva), otpaci organskog porekla prehrambene industrije, otpaci energana

(zgura, pepeo), urbani otpad (plastika, deponije) i dr. Ovakvim antropogenim uticajem nastaju zemljišta pod zajedničkim nazivom urbasoli. Do degradacije, destrukcije i isključenja zemljišta iz pojedinih namena dolazi i zbog izgradnje neophodne infrastrukture za potrebe industrijskih zona (energetski dalekovodi, putevi, pruge i dr.).

Policiklični aromatski ugljovodonici (PAH) ili poliareni su velika grupa strukturno veoma različitih organskih jedinjenja, *Harvey*, 1997. Prisutni su svim delovima životne sredine, a najveći izvori su termoelektrane koje troše uglj, spaljivanje otpada, izduvni gasovi saobraćaja i industrija, šumski požari i incidentne situacije (gorenje rafinerija nafte usled NATO bombardovanja). Zbog kancerogenosti, toksičnosti i mutagenosti, *Holoubek i sar.*, 1996, praćenje sadržaja PAH-ova u životnoj sredini je od velikog značaja.

Na području Vojvodine vršeno je praćenje globalnog stanja plodnosti uključujući i zagađenosti zemljišta, *Hadžić*, 1996, *Sekulić i sar.*, 1996.

Sekretarijat za zaštitu životne sredine i održivi razvoj Izvršnog Veća AP Vojvodine pokrenuo je 2002. godine projekat "Monitoring kvaliteta životne sredine i formiranje informacionog podsistema za stanje kvaliteta nepoljoprivrednog zemljišta na teritoriji AP Vojvodine".

Materijal i metode

U toku jeseni 2002. godine izvršena su pripremna istraživanja, rekognosciranje terena i uzorkovanje zemljišta iz industrijskih zona većih gradova Vojvodine (Novog Sada, Pančeva, Subotice, Zrenjanina, Sombora i Vrbasa).

Prosečni uzorci zemljišta uzimani su u narušenom stanju, sondom, sa dubine od 0-30 cm. Svaki prosečan uzorak je dobijen mešanjem 15-20 pojedinačnih uzoraka. Uzorci su uzimani u neposrednoj blizini fabričkih krugova.

Laboratorijska ispitivanja su obavljena u Laboratoriji za agroekologiju, Zavoda za zemljište, agroekologiju i đubriva Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu.

U okviru ispitivanja osnovnih hemijskih svojstava određena je reakcija zemljišta, sadržaj humusa, slobodnog kalcijum karbonata i osnovnih biogenih elemenata N, P i K. Metode koju su primenjivane su metode usvojene od strane Jugoslovenskog društva za proučavanje zemljišta (JDPZ).

Ispitivan je ukupni sadržaj mikroelemenata (Cu, Fe, Mn i Zn) i teških metala (Cd, Ni, Cr, Co i Pb) (u rastvoru nakon razaranja zemljišta sa koncentrovanom HNO₃ i H₂O₂, *Alloway*, 1995. Kod uzoraka gde su dobijene vrednosti ukupnog sadržaja pojedinog elementa iznad maksimalno dozvoljenih količina analiziran je i sadržaj pristupačnog oblika za biljke (u EDTA). U dobijenim ekstrakcionim rastvorima mikroelementi i teški metali određivani su na AAS Varian Spectra 600.

Ekstrakcija PAH-ova urađena je na SFE Hewlett Packard model 7680A. Tako dobijeni ekstrakti u cilju utvrđivanja vrste i koncentracije PAH-ova analizirani su tečnohromatografski na uređaju HP 1100 sa "Diode Array" detektorom koji je omogućio potvrdu identiteta jedinjenja na osnovu UV spektara. Standardi PAH-ova su nabavljeni od firme Supelco.

Rezultati i diskusija

Na osnovu ranijih istraživanja i rekognosciranja terena utvrđeno je da analizirana zemljišta industrijskih zona taksonomski pripadaju tipovima predstavljenim u Tabeli 1.

Tabela 1. Taksonomska pripadnost ispitivanih zemljišta - Taxonomy of Soils

Lokacija - Location	Tip zemljišta - Soil type
Novi Sad - AD "Agrohem"	Deposol - autohtono zemljište fluvisol Deposol - autochthonous soil fulvisol
Novi Sad - AD "Albus"	Deposol - autohtono zemljište čemozem na aluvijalnom nanosu Deposol - autochthonous soil chernozem on alluvial deposit
Novi Sad - NIS Rafinerija	Deposol - autohtono zemljište fluvisol Deposol - autochthonous soil fulvisol
Pančevo - HIP "Azotara"	Deposol - autohtono zemljište čemozem na aluvijalnom nanosu Deposol - autochthonous soil chernozem on alluvial deposit
Pančevo - HIP "Petrohemija"	Deposol - autohtono zemljište čemozem na aluvijalnom nanosu Deposol - autochthonous soil chernozem on alluvial deposit
Subotica - HI "Zorka"	Černoziem na karbonatnom eolskom pesku Chernozem on calcereous a
Subotica - DP "Azotara"	Deposol - autohtono zemljište čemozem na pesku Deposol - autochthonous soil chernozem on sand
Zrenjanin - DD Industrija ulja "Dijamant"	Černoziem na lesu i lesolikim sedimentima Chernozem on loess and loess-like sediments
Sombor - Fabrika akumulatora Sombor AD	Deposol - autohtono zemljište čemozem na lesu Deposol - autochthonous soil chernozem on loess
Vrbas - DD "Carnex"	Deposol - autohtono zemljište čemozem na lesu Deposol - autochthonous soil chernozem on loess

Deposoli su nastali nanošenjem zemljišta i građevinskog materijala prilikom izgradnje industrijskih postrojenja.

Vrednosti pojedinih osnovnih hemijskih svojstava ispitivanih zemljišta su u vrlo širokom rasponu, ali su na nivou uobičajenih vrednosti za okolna autohtona zemljišta.

Evidentirani sadržaj mikroelemenata, kao i teških metala, predstavlja rezultat inputa metala iz matičnog supstrata, atmosferskog taloga, organskih i neorganskih polutanata umanjen za odnošenje metala biljkama, ispiranjem i volatizacijom.

Sve vrednosti ukupnog oblika mikroelemenata su daleko niže od maksimalno dozvoljenih količina, uz izuzetak sadržaja bakra na lokalitetu Novi Sad - Albus. Povećana vrednost ukupnog oblika bakra na lokalitetu Novi Sad - Albus ukazuje na potrebna dalja ispitivanja tipa njegovog sadržaja u raznim hemijskim frakcijama

Ukupni sadržaj teških metala u ispitivanim zemljištima je u većini daleko od maksimalno dozvoljenih količina. Sadržaj ukupnog nikla na lokaciji Zrenjanin

Tabela 2. Osnovna hemijska svojstva ispitivanih zemljišta
Basic Chemical Properties of Observed Soils

Lokacija Location	pH u - in		CaCO ₃ %	Humus %	N %	AL-P ₂ O ₅ mg/100g	AL-K ₂ O mg/100g
	KCl	H ₂ O					
Novi Sad "Agrohem"	7,68	8,10	5,11	2,12	0,133	19,4	24,5
Novi Sad "Albus"	7,51	8,11	10,64	3,06	0,193	29,4	25,0
Novi Sad NIS Rafinerija	7,91	8,18	17,03	1,20	0,093	6,5	9,1
Pančevo "Azotara"	7,65	8,26	13,62	1,86	0,141	39,9	50,0
Pančevo "Petrohemija"	7,53	8,07	6,81	3,24	0,238	15,7	57,0
Subotica "Zorka"	8,23	8,36	26,40	5,64	0,345	20,0	17,3
Subotica "Azotara"	7,39	7,93	18,02	3,39	0,233	33,3	16,4
Zrenjanin Ind.ulja "Dijamant"	7,60	8,34	14,90	1,60	0,162	7,9	34,5
Sombor Fabrika akumulatora	7,14	7,49	12,77	4,37	0,250	10,6	17,7
Vrbas "Carnex"	7,64	8,15	14,90	4,94	0,330	45,4	61,5

isp neznatno prelazi MDK, ali je za biljke pristupačni oblik daleko niži od MDK za ukupan sadržaj, tako da se može zaključiti da je prirodnog, geochemijskog porekla.

Sadržaj ukupnog oblika olova na lokalitetu Sombor je daleko viši od MDK. Kako je i pristupačni oblik takođe alarmantno visok ovo ukazuje na antropogeni uzrok zagađenja. Na osnovu zapažanja sa terena može se zaključiti da je uzrok zagađenja otpadni materijal iz procesa proizvodnje akumulatora.

Ispitano je šesnaest policikličnih aromatičnih ugljovodonika koji su na listi *U.S. Environmental Protection Agency, (US EPA)*, 1993, kao zagađivači životne sredine. Nije evidentirano prisustvo sledećih ispitivanih PAH-ova: acenaften, benz(a)antracen, benzo(b)fluoranten i indeno(1,2,3-cd)piren. *Menzei*, 1992, nalazi ukupne količine PAH-ova u zemljištu urbanih sredina u količini do 5,8 mg/kg. *Butler i sar.*, 1984, u zemljištu gradskih područja Švajcarske nalaze ukupne količine PAH-ova u količini 6 do 300 mg/kg.

Prosečan ukupan sadržaj PAH-ova ispitanih deset uzoraka zemljišta je 1,458 mg/kg a.s. zemljišta. Ova vrednost prelazi granicu minimalnog rizika od 0,1 mg/kg ustanovljenu od strane *US EPA*, 1993. Ukupan sadržaj PAH-ova ispitanih uzoraka kreće se u intervalu od 0,233-6,344 mg/kg a.s. zemljišta u blizini fabrike akumulatora u Somboru. Na tri lokacije je nađen benzo(a)piren u količinama od

0,114 do 2,075 mg/kg a.s. zemljišta. Dibenzo (a,h)antracen, koji je po toksičnosti ravan benzo(a)pirenu detektovan je u količini od 0,05-0,165 mg/kg a.s. zemljišta.

U toku studije o posledicama sagorevanja velikih količina nafte i derivata u novosadskoj rafineriji 1999. ispitano je prisustvo PAH-ova u zemljištu oglednih polja Instituta. Prosečan sadržaj je bio 0,173 mg/kg a.s. zemljišta što predstavlja minimalno zagađenje poljoprivrednog zemljišta, *Pucarević i sar.*, 2000, a razlog je povoljna ruža vetrova u vreme gorenja. Poređenjem vrednosti sadržaja PAH-ova u blizini fabrika sa sadržajem na oglednim poljima Instituta može se zaključiti da fabrike predstavljaju značajne izvore zagađenja okolnog zemljišta PAH-ovima.

Zaključak

Sprovedene analize su dale početne rezultate koji mogu biti osnova za dalji monitoring kvaliteta zemljišta industrijskih zona. Praćenje ispitivanih parametara je neophodno, kako zbog prirode pojedinih polutanata (razgradljivost, ispiranje), tako i zbog eventualnih novih zagađenja.

Ispitivano zemljište industrijskih zona u pogledu vrednosti osnovnih hemijskih osobina ne odstupa u većoj meri od uobičajenih vrednosti za okolna autohtona, poljoprivredna zemljišta, te se ne može ukazati na eventualno zagađenje.

Pri oceni sadržaja mikroelemenata i teških metala u zemljištu mora se voditi računa o pedogenetskim procesima nastanka i razvitka zemljišta, te se jedino detaljnom analizom njihovih oblika u zemljištu može doneti pravi sud o eventualnom postojanju zagađenja. Tako je utvrđeno da je povećana vrednost ukupnog oblika nikla na lokalitetu Zrenjanin, prirodnog, geochemijskog porekla, a povišen sadržaj ukupnog olova na lokalitetu Sombor rezultat antropogenog uticaja. Povećana vrednost ukupnog oblika bakra na lokalitetu Novi Sad - Albus ukazuje na potrebna dalja ispitivanja tipa njegovog sadržaja u raznim hemijskim frakcijama

Na osnovu dobijenih vrednosti sadržaja PAH-ova i nivoa najmanjeg rizika, *U.S. EPA*, 1993, možemo zaključiti da su ispitivana zemljišta ispod ove granice. Upoređujući dobijene vrednosti s literaturnim podacima možemo zaključiti da je prisustvo policikličnih ugljovodonika u zemljištu u saglasnosti sa literaturnim podacima o sadržaju policikličnih ugljovodonika u urbanom zemljištu. Zbog prirode ovih materija (razgradljivost) potrebno je vršiti praćenje sadržaja ovih polutanata.

Literatura

- Alloway, B.J.* (1995): Heavy Metals in Soils (2nd edition), ed. Blackie Academic & Professional, Glasgow, U.K.
- Butler, J.D.* (1984): Some observations of the polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) content of surface soils in urban areas. *Sci. Total Environ.* 33: 75-77.

- Hadžić, V.** (1996): Osnova zaštite, korišćenja i uređenja poljoprivrednog zemljišta opštine Bački Petrovac ("Pilot"), izd. Republički fond za zaštitu, korišćenje, unapređivanje i uređenje poljoprivrednog zemljišta Srbije, Beograd, str. 323.
- Harvey, R.G.** (1997): Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, ed. Wiley-VCH, New York, Chichester, Weinheim, Brisbane, Singapore, Toronto.
- Holoubek, I., J. Čáslavský, P. Kořínek, J. Kohoutek, K. Štaffová, A. Hrdlička, B. Pokorný, R. Vančura and J. Helešić** (1996): Project TOCOEN. Fate of selected organic pollutants in the environment. Part XXVII. Main sources, emission factors and input of PAHs in Czech Republic. Polycyclic Aromatic Compounds 9: 151-157.
- Kastori, R.** (1995): Zaštita agroekosistema, izd. Feljton, Novi Sad
- Menzie, C.A., B.B. Potocki and J. Santodonato** (1992): Exposure to carcinogenic PAHs in the environment. Environ. Sci. Technol. 26: 1278-1284.
- Pucarević, M., V. Hadžić i P. Sekulić** (2000): Uticaj gorenja rafinerije Novi Sad na zemljište II Policiklični aromatski ugljovodonici, Eko-Konferencija 2000, Ekološki pokret grada Novog Sada, Zdravstveno bezbedna hrana, 27-30. septembar, Novi Sad, Jugoslavija, str. 123-128.
- Sekulić, P., V. Hadžić i M. Čirović** (1996): Dangerous and harmful substances in holomorphic soils of the Vojvodina Province. Zemlj. biljka 45 (1): 1-11.
- U.S. Environmental Protection Agency** (1993): Provisional Guidance for Quantitative Risk Assessment of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. EPA/600/R-93/089.

Primljeno: 18.03.2003.

Odobreno: 09.07.2003.

* *
*

Monitoring of Soil Quality in Industrial Zones of the Vojvodina Province

- Original scientific paper -

Jovica VASIN, Jordana RALEV, Tijana ZEREMSKI-ŠKORIĆ and
Mira PUCAREVIĆ
Institute for Field and Vegetable Crops, Novi Sad

S u m m a r y

During the autumn of 2002, soil samples were taken from industrial zones located in several major cities in the Province of Vojvodina (Novi Sad, Pančevo, Subotica, Zrenjanin, Sombor and Vrbas). The study was a part of a project titled "Monitoring of Environment Quality and Formation of Information Subsystems for Quality Level of Nonagricultural Soils in the Vojvodina Province" carried out by the Secretariat for Environmental Protection and Sustainable Development of the Executive Council of the Autonomous Province of Vojvodina. The soil was sampled by soil probes at the depth of 0-30 cm in the immediate vicinity of various factories.

The values of the basic chemical soil properties did not deviate much from the usual values for the surrounding local agricultural soils, so no pollution could be reported.

The total level of trace elements and heavy metals did not exceed the maximum tolerable concentration at most of the sites. At a few sites where these values were higher, the reasons for such an increase were natural (geochemical), or, in case of one site, anthropogenic. Therefore, when evaluating the levels of trace elements and heavy metals in the soil, pedogenetical processes of the soil formation and development must be taken into account and correct conclusions concerning a potential pollution can be made only after a detailed analysis of their forms in the soil.

The levels of polycyclic aromatic hydrocarbons were low in all but one of the sites (the PAH content did exceed the risk threshold).

The initial results of these analyses that can now be used as the basis for further monitoring of quality of industrial soils. The monitoring of the parameters from the study is necessary because of the nature of certain pollutants (degradability, leaching), as well as, because of a possible new pollution.

Received: 18/03/2003

Accepted: 09/07/2003

Adresa autora:

Jovica VASIN

Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo

Maksima Gorkog 30

21000 Novi Sad

vasin@ifvcns.ns.ac.yu