

## PRIMJENA DOSADAŠNJIH SUSTAVNIH ISTRAŽIVANJA PROPADANJA ŠUMA KOD PROCJENE KEMIJSKE OPTEREĆENOSTI SUSJEDNIH POLJODJELSKIH PROSTORA HRVATSKE

### ANWENDUNG DER BISHEREIGEN SYSTEMATISCHEN WALDSTERBENFORSCHUNGEN BEI DER BEWERTUNG VON CHEMISCHEN BELASTUNGEN DER LANDWIRTSCHAFTLICHEN NACHBARGEENDEN KROATIENS

Branimir PRPIĆ, Zvonko SELETKOVIĆ i Joso VUKELIĆ\*

*SAŽETAK:* Različite jakosti sušenja šuma koje su posljedica kemijskih utjecaja dobar su pokazatelj zatrovanosti širega prostora, odnosno poljodjelskih i ostalih površina u bližoj i daljoj okolini šume. U ovome radu proučeni su odnosi opterećenosti šuma i susjednih poljoprivrednih površina olovom. Ustanovljena je vrlo jaka povezanost između opterećenosti šume i susjednih poljoprivrednih površina ovom teškom kovinom. Tla u šumi sadržavaju daleko više olova od poljoprivrednih tala što je glede strukture šume razumljivo.

*Ključne riječi:* šumska tla, poljoprivredna tla, opterećenost olovom, procjena opterećenosti poljoprivrednih tala.

#### UVOD I PROBLEMATIKA

Od 1987. u Hrvatskoj se svake godine obavlja procjena oštećenosti šuma. Uz obvezno korišćenje metode EZ koristili smo i metodu mikrostaništa i tako ustanovljivali imisijsku acidifikaciju i depozicije teških kovina u Of i Ah horizontima. Preduvjet za primjenu ove metode je postojanje starih bukovih stabala koje u hrvatskim šumama nalazimo još uvijek u dovoljnome broju i to gotovo u svim šumskim arealima osim u Eumediteranu.

Primjenom metode mikrostaništa ustanovili smo da postoji jaka korelacija između oštećenosti šuma i količine teških kovina u tlu. Kod prvih pokusa ustanovljivali smo Cu, Ni, Zn, Cr, Pb i Cd (Glavač et al. 1987) dok se kasnije ograničavamo na olovo koje sma-

tramo dobrim indikatorom depozicije štetnih kemijskih tvari u tlu.

Posljednje utvrđivanje olova obavljeno je po Komlenoviću i dr. (1992.) u točkama bioindikacijske mreže 16x16 km u kontinentalnome dijelu Hrvatske. Analize olova šumskih tala obavljene su u laboratoriju Šumarskoga instituta Jastrebarsko. Ekstrakcija je učinjena po metodi Brünea i Ellinghaus, a izmjera atomskim apsorpcijskim spektrometrom (AAS Perkin-Elmer 300 S). U našem radu usporedili smo količine olova u šumi s količinama koje su izmjerene u susjednim poljoprivrednim tlima, kako bismo ustanovili vjerojatnu povezanost ovih podataka u smislu procjene opterećenosti poljoprivrednih zemljišta.

#### PODRUČJE ISTRAŽIVANJA I REZULTATI

Područje mjerenja količina olova u tlu je 28 pokusnih površina u kontinentalnome dijelu Hrvatske, gdje je obavljena i procjena oštećenosti stabala. Uzorci su uzimani iz Of i Ah\*\* horizonta različitih tala u veli-

kome dijapazonu raznih pedosistematskih jedinica od riječnih aluvija s aluvijalnim, glejnim i pseudoglejnim tlima, preko obronačnoga pseudogleja i različitih smeđih tala do podzola i planinske crnice.

\* Prof. dr. sc. B. Prpić, prof. dr. sc. Z. Seletković i prof. dr. sc. Joso Vukelić, Šumarski fakultet Zagreb.

\*\* Of = horizont nerastvorenog i rastvorenog listinca  
Ah = akumulacijski horizont tla

Kako su nas zanimali prosječni podaci depozicije Pb, u prostoru za uspoređivanje smo koristili uzorke iz poredbe u Of i Ah horizontima budući da se u uzorcima mikrostaništa (usko područje uz žilište bukke) nalaze puno veće količine deponiranih tvari.

Veće količine Pb utvrđene su u Of horizontima (od 27 do 970 ppm) nego li u Ah horizontima (17 do 782 ppm).

Podatke o količinama olova u poljoprivrednim tlima dobili smo od prof. Bašića, prof. Redžepovića i njihovih suradnika. Podaci se odnose na više lokaliteta u Podravini, na dio Posavine te na područje Zagreba i Rijeke.

Usporedbom podataka o količinama Pb u poljoprivrednim i šumskim tlima, ustanovili smo da postoji



Šumski, slatkovodni i poljoprivredni ekosustav srednjeg Posavlja.  
Wald,- Acker,- und Süßwasserökosystem in Sava-Ebene.



Neuspjeli pokušaj pretvaranje nizinske šume u oranicu. Zamočvarenje tla poslije sječe Motovunske šume u Istri. Versumpfung nach Kahlschlag im Motovunwald (Istrien).  
Erfolgleses Verwandeln Wald in Acker.

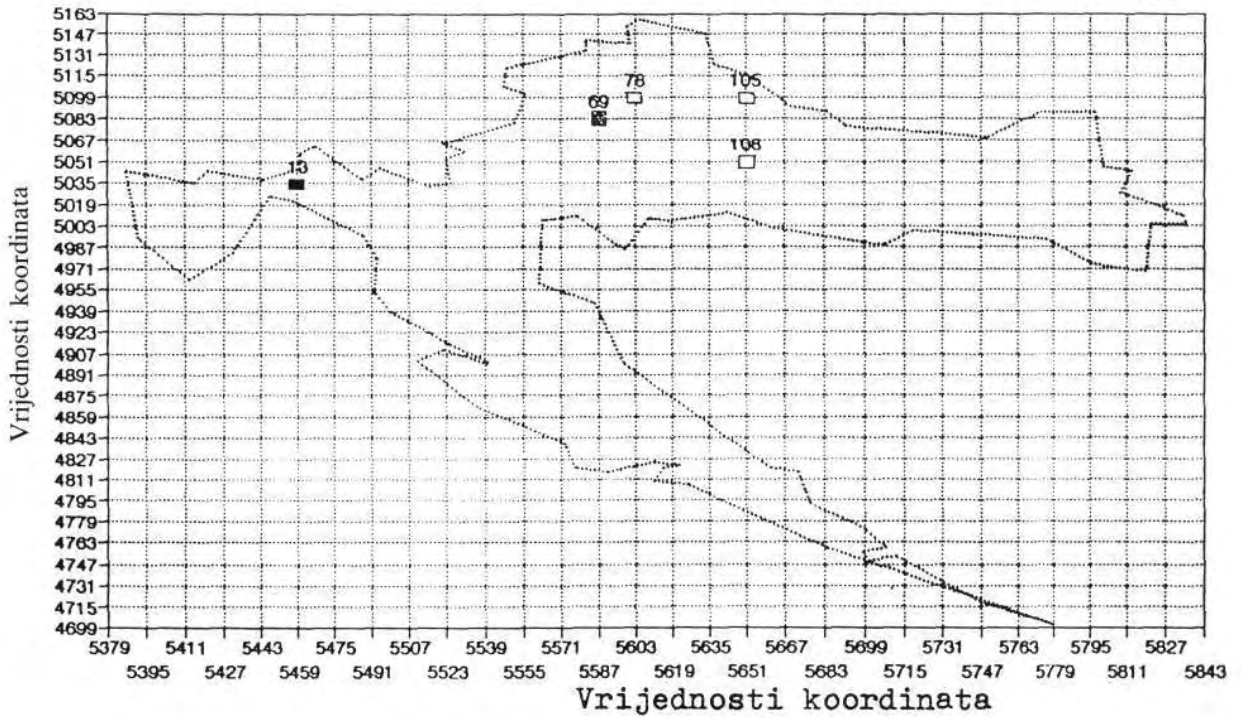


Sušenje jele u Gorskom kotaru je indikator zakiseljenosti šumskih i poljoprivrednih tala.  
Tannensterben in Gorski Kotar – Indikator der Wald,- und Acker-bodenversauerung.

KONCENTRACIJA OLOVA U POLJOPRIVREDNIM TLIMA

Bleikonzentration landwirtschaftliche Boeden

Graf. 1



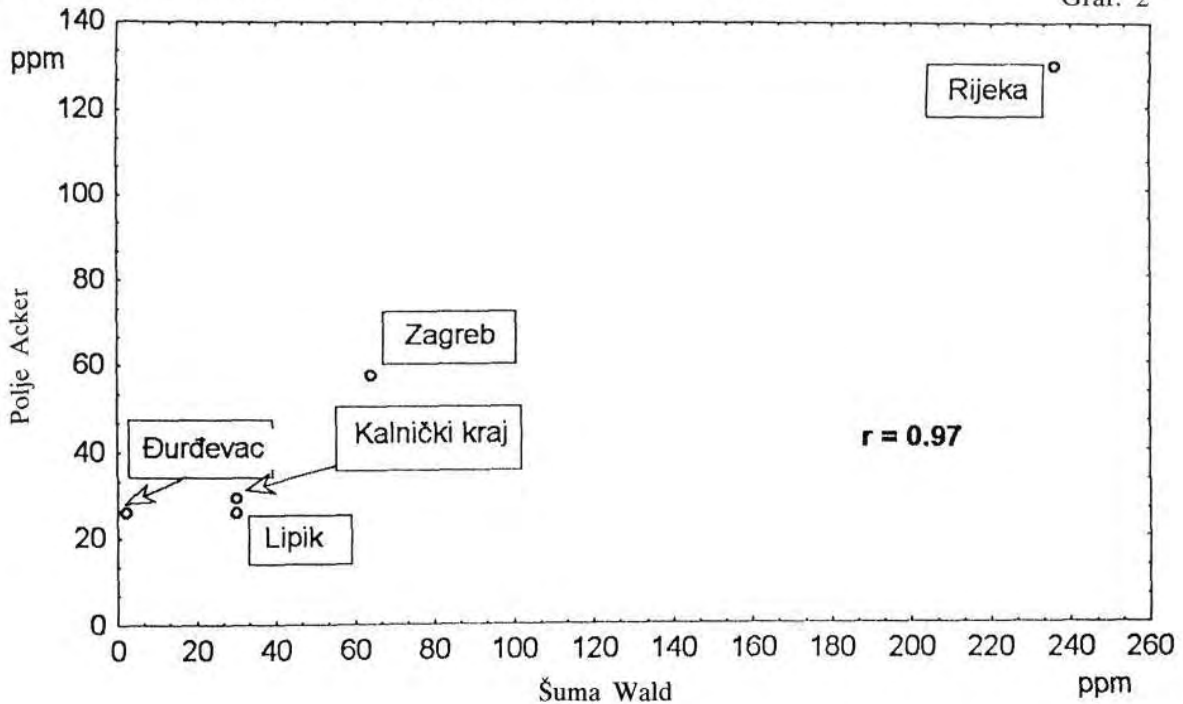
Količine olova □ > 50 ppm ▨ 50-100 ppm ■ < 100 ppm

13 – RIJEKA 69 – ZAGREB 105 – ĐURĐEVAC 108 – LIPIK 78 – KALNIČKI KRAJ

PRIKAZ ODNOSA KOLIČINA OLOVA U POLJOPRIVREDNIM I ŠUMSKIM TLIMA

Blei in landwirtschaftliche Boeden in Vergleich mit den Waldboeden

Graf. 2



jaka korelacija ( $r = 0,97$ ) za susjedne šumske i poljoprivredne površine. Uz jače oštećene šumske sastojine s većim količinama Pb u tlu nalazimo i veće količine olova u njima susjednim poljoprivrednim površinama (grafikon 1 i 2, tablica 1).

To je vrlo uočljivo na području Zagreba i Rijeke gdje su šume jako oštećene i gdje nalazimo velika opterećenja tala olovom, kako u šumskim tako i poljoprivrednim tlima.

U poljoprivrednim tlima područja Rijeke nalazimo od 50 do 210 ppm olova, a na području Zagreba od 14 do 101 ppm, što je u skladu s oštećenjem stabala u tim područjima te s količinom olova u šumskim tlima.

Uzorci poljoprivrednih tala i uzorci iz šume (bioindikacijske točke) nisu uzimani po istoj metodici, pa je njihova usporedba relativna. Naš rad smatramo prvim pokušajem da se već uhodani monitoring koji koristimo u hrvatskim šumama iskoristi kao orijentacijski poda-

tak o kontaminaciji poljoprivrednih površina istoga područja.

#### *Usporedba količina olova u poljoprivrednim šumskim tlima*

Blei in landwirtschaftliche Boeden in Vergleich mit den Waldboeden Tab. 1

		Poljoprivredno tlo Landwirtschaftboden	Šumsko tlo Waldboden
	Mjesto - Ort	Prosječno ppm durchschnittlich ppm	
1	Rijeka	130	236
2	Zagreb	57.5	64
3	Durdevac	26	2
4	Lipik	26	30
5	Kalnički kraj	29.5	30

## ZAKLJUČAK

- Izmjerene količine olova u šumskim tlima dobar su indikator imisijskoga opterećenja štetnim tvarima, a njegove veće količine zrcale se u većemu oštećenju šumskoga drveća. Usporedbom količina olova u šumskim i susjednim poljoprivrednim tlima, ustanovili smo povezanost opterećenosti šuma i poljoprivrednih površina istoga područja.
- U područjima gdje propadaju šume potrebno je obratiti pozornost na količine teških kovina i drugih štetnih tvari u poljoprivrednim tlima.
- Šumska tla su nekoliko puta više opterećena olovom od poljoprivrednih tala, što je posljedica strukture šume odnosno njezinoga filterskoga utjecaja.
- Odnose opterećenosti šumskih i poljoprivrednih tala štetnim tvarima potrebno je intenzivnije istražiti, kako bi se monitoring propadanja šuma i rezultati mjerenja bolje iskoristili za procjenu kemijske opterećenosti poljoprivrednih ekosustava.

## LITERATURA

- Bašić, F. (1993): Land resources evaluation of Croatia, Agricultural sector review, FAO, 41, Zagreb.
- Bašić, F. i Kisić, I. (1993): Tloznanstvene značajke križevačkoga kraja, Znanstveni skup u organizaciji HAZU, »Križevci u prošlosti i suvremenosti«.
- Bašić, F., Vuletić, N. i Mesić, M. (1990): Agroekološka istraživanja poljoprivrednih tala užeg područja utjecaja CPS Molve (studija nultog stanja) I dio, FZP i Duhanski institut, 51, Zagreb.
- Bašić, F., Butorac, A., Vidaček, Ž., Racz, Z., Ostojić, Z. i Bertić, B. (1993): Program zaštite tala Hrvatske – Inventarizacija stanja – Trajno motrenje – Informacijski sustav studija, 122, Zagreb.
- Glavač, V., Koenies, H., Prpić, B. (1985): Zur Immissionsbelastungen der industrieferner Buchen- und Buchen-Tannenwaelder in der dinarischen Gebirgen Nordwestjugoslawiens, Verhandlungen Gesellschaft für Ökologie, Band XV, Graz 1985 (Goettingen 1987), 237–247.
- Martinović, J., Racz, Z. i Vidaček, Ž. (1992): Zaštita tla, Ekološki projekt Zagreb, Grad Zagreb.
- Komlenović, N., Rastovski, P. (1991): Utjecaj imisija na šumske ekosisteme Hrvatske, Šum. list 3–5, 203–217.
- Prpić, B., Seletković, Z., Ivkov, M. (1991): Propadanje šuma u Hrvatskoj i odnosa pojava prema biotskim i abiotskim činiteljima danas i u prošlosti, Šum. list 3–5, 107–129.
- Prpić, Seletković, Z. i Ivkov, M. (1994): Oštećenost krošanja glavnih vrsta drveća u Hrvatskoj u odnosu na radijalne priraste, Šum. list 1–2, 1–10.
- Seletković, Z., Komlenović, N., Prpić, B., Rastovski, P. (1993): Hineinbringen von Blei in die Waldboeden des nordlichen und Westlichen Kroatiens, Internationale Symposium Stoffeintrage aus der Atmosphäre und Waldboedenbelastung in den Laendern von Arge-Alp und Alpen-Adria, Berchtesgaden.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Einleitung und Problematik

Seit 1987 wird Kroatien die Bewertung des Waldschadens jedes Jahr durchgeführt. Nebst EG-Methode, haben wir die Mikrostandortmethode ebenfalls angewandt, um die immissionelle Azidifikation und Deposition der Schwermetalle in Of- und Ah-Horizonten festzustellen. Die Voraussetzung für die Anwendung dieser Methode sind alte Buchenbäume, die in kroatischen Wäldern noch immer in genügenden Mengen wachsen, und zwar in allen Waldgebieten außer Mittelmeer.

Durch die Anwendung der Mikrostandortmethode haben wir eine starke Korrelation zwischen dem Waldschaden und Schwermetallegehalt im Boden festgestellt. Bei den ersten Versuchen haben wir Cu, Ni, Zn, Cr, Pb und Cd (Glavač et al. 1987) festgestellt; später begrenzten wir uns auf Blei als einen guten Indikator der Schadstoffdepositionen im Boden.

Die letzte Feststellung des Bleis wurde laut Komlenović et al. (1922) in den Punkten des bioindikatorischen Netzes 16x16 km im kontinentalen Teil Kroatiens durchgeführt. Bleimenge wurde im Forstwissenschaftliches Institut Jastrebarsko für Waldböden mit AAS, Perkin-Elmer 300 S bestimmt, Bleimenge in Landwirtschaft Böden nach Bašić, F. et al. (1990, 1993). In unserer Arbeit haben wir die Bleimengen im Wald mit den landwirtschaftlichen Nachbargebieten gemessenen Mengen vergleichen, um die Möglichkeit eines Zusammenhangs dieser Angaben festzustellen.

### Forschungsgebiet und Ergebnisse

Das Meßgebiet für Bleigehalt im Boden sind 28 Versuchsflächen im kontinentalen Teil Kroatiens, wo zugleich die Bewertung des Baumschadens durchgeführt wurde. Die Proben wurden den Of und Ah-Horizonten der verschiedenen Böden entnommen: aus verschiedenen pedosystematischen Einheiten, von Flußalluvion mit alluvialen, Gley- und Pseudogley-Böden, über Hangpseudogley und verschiedenen Braunböden, bis zum Podsol und Berghumus.

Da die Durchschnittsangaben für Bleideposition für uns interessant waren, haben wir im Vergleichsraum die Proben aus Of- und Ah-Horizonten benutzt, weil sich in den Mikrostandortsproben viel größere Mengen der deponierten Stoffe befanden. In Of-Horizonten wurden größere Pb-Mengen (27-970 ppm) als in Ah-Horizonten (17-782 ppm) festgestellt.

Die Angaben über Bleimengen in landwirtschaftlichen Böden haben wir von Prof. Bašić und Prof. Redžepović und dessen Mitarbeitern bekommen. Die Angaben beziehen sich auf mehrere Lokalitäten in Podravina, einen Teil der Posavina und die Gebiete von Zagreb und Rijeka.

Nach dem Vergleich der Angaben über Pb-Mengen in landwirtschaftlichen und Waldböden haben wir eine starke Korrelation ( $r = 0.97$ ) für die nebenliegenden Wald- und Landwirtschafts-Oberflächen festgestellt. Neben den stark beschädigten Waldbeständen mit höherem Pb-Gehalt im Boden, finden wir auch größere Bleimengen in benachbarten landwirtschaftlichen Oberflächen (Graf 1 und 2, Tab. 1).

Dies ist klar ersichtlich in den Gebieten von Zagreb und Rijeka, wo die Wälder stark beschädigt sind, und wo es sich um große Belastung der Böden mit Blei handelt, in Wäldern als auch in Ackern.

In den landwirtschaftlichen Böden des Rijeka Gebiets finden wir von 50 bis 210 ppm Blei. Im Gebiet von Zagreb, zwischen 14 und 101 ppm, entsprechend der Beschädigung der Bäume und dem Bleigehalt in Waldböden dieses Gebiets.

Die Proben aus den landwirtschaftlichen Böden und aus den Wäldern (bioindikatorische Punkte) wurden nicht entnommen, weshalb dessen Vergleich als relativ zu betrachten ist. Unsere Arbeit halten wir für den ersten Versuch, das in kroatischen Wäldern eingefahrene Monitoring als eine Orientierung über Kontamination der landwirtschaftlichen Oberflächen zu benutzen.

### Schlußfolgerung

1. Die gemessenen Bleimengen in Waldböden sind ein guter Indikator für die Immissionsbelastung. Durch Vergleich der Bleimengen in Waldböden mit denen aus benachbarten landwirtschaftlichen Böden haben wir einen Zusammenhang der Beschädigung der Wälder mit denen der landwirtschaftlichen Oberflächen desselben Gebiets festgestellt.
2. In Gegenden wo die Wälder sterben soll man den Schwermetalle- und andere Schadstoff-Mengen in landwirtschaftlichen Böden Aufmerksamkeit widmen.
3. Wegen der Waldstruktur und deren Filter-Wirkung sind die Waldböden viel mehr mit Blei gefährdet als die landwirtschaftlichen Böden.
4. Die Belastungsverhältnisse der Wald- und Landwirtschaftsböden soll man noch mehr erforschen, um den Monitoring des Waldsterbens und die Meßergebnisse für die Bewertung der chemischen Belastung der landwirtschaftlichen Ökosysteme noch besser benutzen zu können.

### U NEKOLIKO REDAKA

**Ozon – štetan za šumu?** Istraživački centar Seibersdorf u Austriji izvršio je pokus s ciljem utvrđivanja utjecaja ozona na šumsko drveće. U pokusu je korištena crna topola koja je uzgajana u stakleniku. Pokus je pokazao da je broj listova bio upola manji u odnosu na biljke uzgojene u filtriranom zraku tj. bez ozona.

**Za uzgajanje ekoloških šuma** u Finskoj šumarstvo dobiva naknadu iz državnog budžeta. Stoga se od 1995. godine pojačava ograničenje čistih sječa, a smanjuje odvodnjavanje. Međutim iskorišćivanje treba povisiti do granice prirasta.

Na jugozapadnoj obali Finske izgrađena je **najveća tvornica celuloze na svijetu**. Za planiranu proizvodnju od 600 000 tona celuloze godišnje potrebna su tri do tri i pol milijuna pr. met. drva.

Kako je već u Šumarskom listu zabilježeno, u **Čileu i na Novom Zelandu podižu se plantaze s Pinus radiata**. Kako tamošnje klimatske prilike omogućuju prirašćivanje tijekom cijele godine, to se u ophodnji od 30 godina uz primjenu ručnog čišćenja debla od grana dobiju furnirski trupci. Međutim čvrstoća takvog drva je manja nego kod sporijeg rasta te se ono koristi za ukočeno drvo, palete i sortimente za pakiranje, ali koristi se i za prozorsku drvenariju.