

Оригинални научни рад

Достављено - Received: 15.09.2008.

Original scientific paper

Прихваћено - Accepted: 01.10.2008.

UDK: 630/18:631.4(497.11)

Рецензент - Reviewer: Родољуб Ољача

Dragica Stanković¹

Borivoj Krstić²

Ljiljana Došenović³

KONCENTRACIJA CINKA (Zn) U ZEMLJIŠTU ŠUMSKIH EKOSISTEMA NP "FRUŠKA GORA"

Izvod: Kako bi smo uspeli zasnovati povoljniju harmoniju između čoveka i prirode, neophodno je pre svega postaviti istinitu dijagnozu stanja i otkriti uzroke koji vode sve većem ugrožavanju šuma, tako ranjivih prirodnih ekosistema.

Iz ove konstatacije, proizilazi i cilj ovog rada koji je usmeren pre svega na to da se utvrdi da li postoji i ako postoji, u kom stepenu je izraženo opterećenje zemljišta i biljaka teškim metalima (Zn, inače redovnim pratiocem zagađene atmosfere) i njegova akumulacija, u Nacionalnom parku Fruška gora, kako bi se na osnovu dobijenih rezultata, mogle blagovremeno preduzeti odgovarajuće mere zaštite, a naravno sve opet u cilju očuvanja, poboljšanja i zaštite prirode nacionalnog parka, životne sredine uopšte, a pre svega zdravlja ljudi.

Područje ispitivanja je Nacionalni park Fruška gora, odnosno deonica magistralnog puta M21, preko Iriškog Venca (Irig – Iriški Venac – Paragovo) u dužini od 12 km.

Ključne reči: NP Fruška gora, šumski ekosistemi, teški metali, cink, zemljište.

¹ Шумарски факултет Универзитета у Београду

² Природно математички факултет Универзитета у Новом Саду

³ Шумарски факултет Универзитета у Бањој Луци

ZINK CONCENTRATIONS IN THE SOIL AND PLANTS OF NP "FRUŠKA GORA"

Abstract: In order to establish harmony between man and environment it is necessary to give a reliable and true diagnosis of the status, and discover the causes leading to greater endangerment of the nature.

This statement gives birth to the objective of this paper, which is uppermost directed to finding out the existence and degree of load in the land and plants of certain heavy metal (Zn, otherwise present in a polluted atmosphere), and their accumulation in the National Park of Fruska gora. On the basis of results obtained in that way, certain appropriate measures of protection may be taken enabling preservation, improvement and protection of the National Park, environment in general, and above all, human health.

The area of research is National Park of Fruska gora, that is, the section of M21 motorway, via Iriski Venac (Irig – Iriški Venac – Paragovo) 12 km long.

Key words: NP Fruska gora, heavy metal, Zn, soil, plants.

1. UVOD

Delatnosti koje mogu negativno uticati na životnu sredinu su mnogobrojne: energetika, saobraćaj, urbani razvoj, turizam i rekreacija, šumarstvo, akvakultura, poljoprivreda. Ove delatnosti stvaraju pritiske koji mogu biti stresni za životnu sredinu (ispuštanje zagađenja u vazduh, zemljište i vodu, radijacija, buka, otpad, hemikalije i prirodne i tehnološke opasnosti).

Praćenje koncentracije i akumulacije teških metala u pojedinim komponentama ekosistema je posebno važno, jer su njihova toksičnost i akumulacija velike. Štetni efekti, obračunati godišnje, svih teških metala, prevazilaze ukupnu štetnost radioaktivnog i organskog otpada koji se stvori svake godine (Nriagu, Pacyna, 1988). Zbog svog negativnog dejstva na biosferu, teški metali privlače sve veću pažnju istraživanja, naročito zbog štetnog dejstva na život koje se pojačava usled dugotrajne izloženosti i kumulativnog efekta (Guthner, 1989, Kurfurst, 1989).

Saznanja nauke o ovom problemu su heterogena, posebno ako govorimo o različitim vrstama biljaka, a ono što sa sigurnošću možemo da tvrdimo je njihovo veoma štetno delovanje na životnu sredinu uopšte.

Sadržaj teških metala u travama, mahovinama, lišajevima, gljivama i u četinama, lišću šumskog drveća se može koristiti kao indikator zagađenosti pojedinih komponenti ekosistema, (Tyler, 1972). Raspodela i količina teških metala u jednoj vrsti biljke zavisi od sezone, starosti biljke, sposobnosti korena da usvaja određeni element,

transporta iz korena u stablo i dr. Između različitih biljnih vrsta postoje razlike u usvajanju teških metala, što zavisi od raznih činilaca: njihovih genetskih karakteristika, od uticaja površine korenovog sistema i njihovog kapaciteta za apsorpciju jona, od oblika korenovih izlučevina i brzine evapotranspiracije (Alloway, 1995).

Međutim, razlike u usvajanju teških metala postoje i kod biljaka iste vrste, što je posledica, pre svega, drugačijih klimatskih uslova i drugačijeg režima vlaženja, kao i osetljivosti same biljke na delovanje teških metala.

Vegetacija kao i zemljište se vrlo često zagađuje ne samo jednim, već često kombinacijom različitih metala.

Izvori zagađujućih materija su brojni i veoma je teško eliminisati konstatovanu zagađujuću materiju, a ako se u tome i uspe u novim modernijim tehnologijama i procesima, pojavljuju se neki novi zagađivači, sa podjednakim ili čak i većim posledicama, a i naravno težim mogućnostima za njeno eliminisanje. Iz ove konstatacije upravo proizilazi činjenica o neophodnosti praćenja stanja (monitoring) i permanentna kontrola (da li postoji i ako postoji u kom stepenu je izraženo) opterećenja zemljišta i vegetacije, kako bi se na osnovu dobijenih rezultata, mogle blagovremeno preduzeti odgovarajuće mere zaštite.

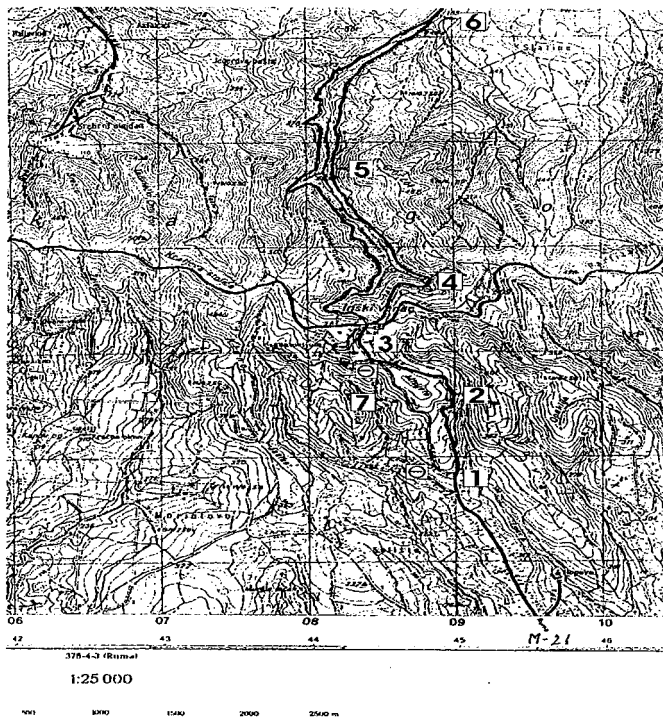
2. METOD I CILJ RADA

Cilj ovog rada je utvrđivanje stepena akumulacije cinka (Zn) u biljkama u Nacionalnom parku "Fruška gora", duž magistralnog puta M-21, Irig – Iriški Venac – Paragovo u dužini od 12 km.

Odabir sedam lokaliteta sa kojih su uzimani uzorci zemljišta i biljaka za analizu, sproveden je duž magistrale sa leve i desne strane puta (Slika 1.), jer je bilo neophodno da na svakom od odabranih lokaliteta budu zastupljene iste vrste biljaka.

Lokaliteti su sledeći:

- Lokalitet 1 – na ulasku od Hopova
- Lokalitet 2 – na pola puta od Venca (1.5 km)
- Lokalitet 3 – Venac
- Lokalitet 4 – 500 m od Venca prema Paragovu
- Lokalitet 5 – 2.5 km od Venca prema Paragovu
- Lokalitet 6 – raskrsnica na Paragovu uzlaznog i silaznog puta M-21
- Lokalitet 7 – kontrola (put zabranjen za saobraćaj)



Slika 1. Deo magistralnog puta M-21 Irig-Iriški Venac-Paragovo
Figure 1. Part of the main road M-21 Irig-Iriški Venac-Paragovo

Uzorci biljka za analizu su sakupljeni dva puta u toku godine i to: na početku (u maju) i na kraju vegetacionog perioda (septembru), a uzoci zemljišta za analizu su uzorkovani jednom u toku dvogodišnjeg perioda istraživanja.

Radi upoređivanja dobijenih rezultata bilo je neophodno pronaći i odabrati kontrolni lokalitet, koji je koliko je moguće van uticaja zagađenja (i da se na takvom lokalitetu nalaze sve biljne vrste koje su praćene i analizirane na odabranim lokalitetima), i kao takav je izabran stari silazni put zabranjen za saobraćaj (lokalitet 7).

Vrste biljaka koje su odabrane za analizu su sledeće:

Zeljaste biljke

- Zečija stopa – *Geum urbanum*
- Šumskizvezdan – *Stellaria holostea*
- Kopriva – *Urtica dioica*
- Maslačak – *Taraxacum officinale*

- Мишјакinja – *Stellaria media*
- Амброзија – *Amrosia artemisifolia*

Дрвенасте биљке

- Багрем - *Robinia pseudoaccacia*
- Дивља трешња - *Prunus avium*
- Глог- *Crataegus sp.*
- Граб- *Carpinus sp.*
- ²¹ Храст kitњак - *Quercus petraea*
- Клен - *Acer campestre*
- Ситнолисна липа- *Tilia cordata*
- Сребрнолисна липа - *Tilia tomentosa*
- Зова - *Sambucus nigra*

Лижане:

- Павит – *Clematis vitalba*
- Бршљан – *Hedera helix*

За сваку врсту је узето 1–2 kg материјала. Узорци су одмах на терену стављени у кесе и истог дана ношени на сушење на собној температури. Узорци су сушени без предходног прања до ваздушно суве масе. Ваздушно суви листови су потом сушени у сушници на 105°C, млевени, стављани у папирне кесе и тако су допремљени у лабораторију.

Анализе садржаја и концентрације испитиваних елемената вршене су ААС.

Добijени подаци обрађени су статистички методом анализе варијансе, LSD - тестом, за ниво значајности $p = 0,05$. Тестирање значајности средњих вредности утврђено је применом Duncan-овог теста. При чему је за Duncan-ов тест урађено тестирање LSD – тестом, а затим анализа варијансе, која је рађена на основу једнофакторијалног огледа (при чему је фактор биљна врста) и добија се F-фактор, а на основу овог фактора (F) су тестиране средине (Duncan-ов тест). Вредности (просеци) у графикаонима означени истим словима не разликују се значајно за ниво значајности $p = 0,05$. Добijени резултати су графички приказани.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Cink je samo u malim količinama neophodan za biljke, životinje i čoveka. Stvara kompleksna jedinjenja sa azotom, kiseonikom i sumporom. Ima katalitičku ulogu u enzimskim reakcijama. Učestvuje u procesu ćelijske replikacije i ekspresije gena, metabolizmu nukleinskih kiselina i aminokiselina. Enzimski sistemi u kojima se nalazi cink su neophodni za sintezu RNA (Sevutton et al., 1971).

U industriji se cink upotrebljava za pravljenje legura (bronza i mesing), suvih baterija, galvanizaciju gvozdenih cevi i metalnih posuda, kao zaštitni sloj, i pri izradi fungicida i pesticida. U cvečarstvu, toksičnost cinka se može zapaziti kao rezultat zalivanja sa vodom posle izgradnje konstrukcija i galvanizacije, kada dolazi do izdvajanja cinka.

Velika koncentracija cinka deluje toksično na biljke. Višak cinka izaziva specifične morfološke i fiziološke promene, a to su nizak rast i smanjenje korenovog sistema. Na listovima se javljaju crveno mrke pege, a rub starijeg lišća poseduje nekrozu (Brookes et al., 1981).

3.1. Sadržaj Zn u zemljištu

Ukupne količine cinka u zemljištu raspoređene su u nekoliko frakcija (Wietes, 1966), a za biljke su pristupačni samo oni oblici u kojima je cink potencijalno rastvorljiv. Cink je fitotoksičan i utiče na plodnost zemljišta, prinos i kvalitet biljaka.

Glavni izvori zagađenja zemljišta cinkom su rudnici i livnice gvožđa, korišćenje otpadnih muljeva, pesticidi i đubriva. Primenom većih doza fosfornih đubriva moguće je smanjiti nakupljanje cinka.

Tabela 1: Sadržaj Zn u zemljištu ispitivanih lokaliteta

Table 1: Contents Zn in soil tested locality s

Profil	Lokalitet 1	Lokalitet 2	Lokalitet 3	Lokalitet 4	Lokalitet 5	Lokalitet 6	Lokalitet 7
dubine	Zn mg/kg	Zn mg/kg	Zn mg/kg	Zn mg/kg	Zn mg/kg	Zn mg/kg	Zn mg/kg
0-5 cm	250	200	220	290	180	63	64
5-10 cm	160	140	200	310	150	96	58
10-20cm	89	140	66	300	170	100	54
20-40cm	70	67	64	270	170	92	51

Cink se ubraja u neophodne elemente, inače njegove vrednosti na ispitivanim lokalitetima variraju od 51- 310 ppm (Tabela 1), a kako mu je dozvoljena koncentracija tj. sadržaj u zemljištu do 300 ppm, može se konstatovati da nema opasnosti od eventualnog štetnog uticaja na životnu sredinu.

Teški metali u šumskom zemljištu na području NP "Fruška gora" za sada ne predstavljaju opasnost za nastanak vidljivih oštećenja šuma, ali pokazuju tendenciju povećanja koncentracija, te ih treba intenzivno pratiti, (Stanković, D. 2006)

3.2. Sadržaj Zn u biljkama

Velika koncentracija Zn, kao u ostalom i drugih teških metala, deluje toksično na biljke. U prirodi se retko javlja višak ovog elementa u biljaka. Otpornost pojedinih biljaka na suvišak ovog elementa je različita, a simptomi se javljaju kada njegov sadržaj u suvoj materiji prelazi od 100 do 300 $\mu\text{g Zn g}^{-1}$. Višak izaziva manje-više specifične morfološke i fiziološke promene, što se ogleda u nižem rastu, smanjenju korenovog sistema i obrazovanju sitnih listova. Na listovima se javljaju crvenkastomrke pege, a na rubu nekroza. Ukoliko udeo Zn u biljkama dostigne toksičan nivo, one brzo propadaju.

Klasifikacijom i primenom većih doza fosfornih đubriva u mnogim slučajevima moguće je smanjiti nakupljanje cinka u biljkama i time otkloniti štetno dejstvo.

Slično drugim metalima, cink takođe učestvuje u radu enzima, od kojih je najvažniji karboanhidraza (Ohki, 1976) (Aliiev, Guliev, 1990). Cink takođe predstavlja neophodnu komponentu RNA-polimeraze i učestvuje u sintezi auksina (Kastori, 1990).

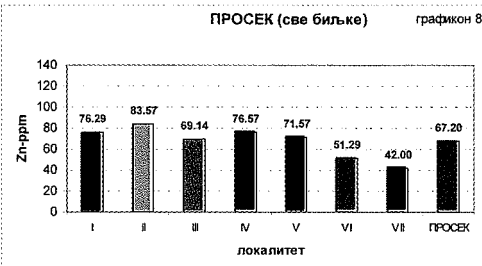
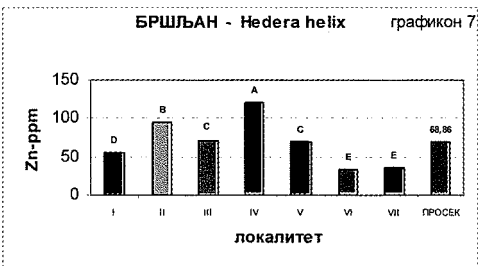
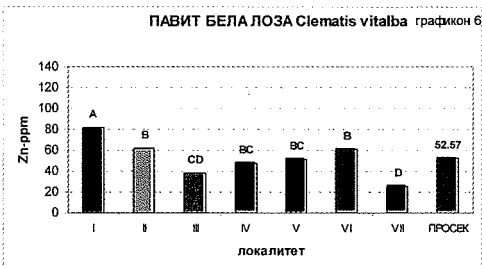
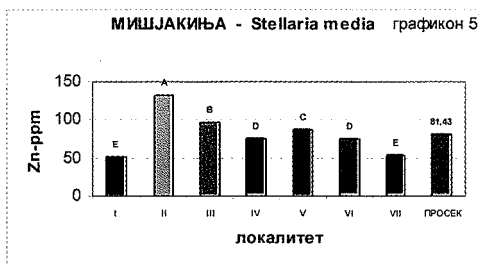
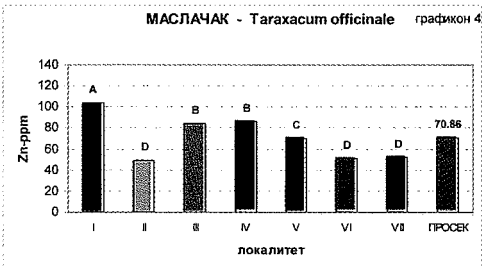
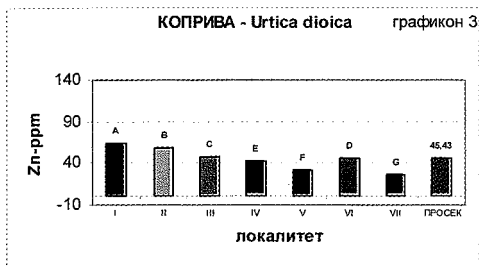
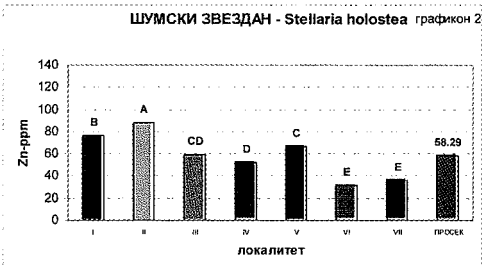
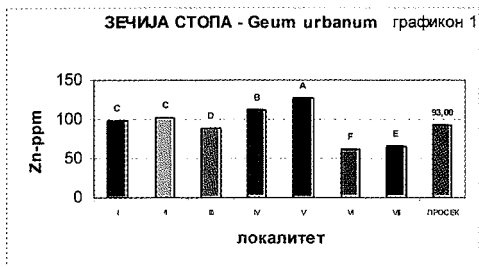
Potrebe biljaka za cinkom su različite, a njegove koncentracije u biljkama su relativno male i kreću se od 20-50ppm. Vrednost manja od 20 ppm u suvoj materiji je kritična vrednost za većinu biljnih vrsta (Carroll, Loneragan, 1969).

Prema istraživanjima, granica deficita može da nastupi pri koncentraciji od 20-25 mg/kg, a toksičnost pri koncentraciji od oko 400 mg/kg. U našim istraživanjima, dijapazon vrednosti svih biljnih vrsta na svim ispitivanim lokalitetima kretao se u granicama od 19 ppm, kod divlje trešnje (*Prunus avium*) do 132 ppm kod mišjakinje (*Stellaria media*).

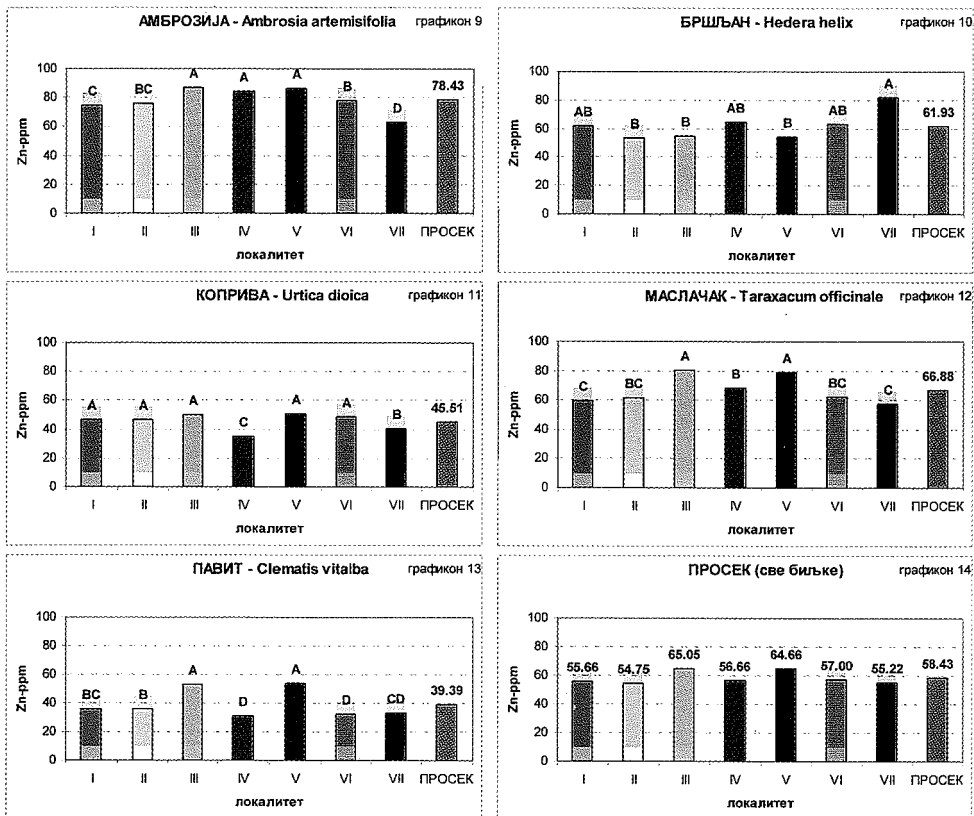
Pojedine familije, kao na primer Caryophyllaceae, Compositae, Gramineae, Putaceae, Violaceae, odlikuju se povećanim nakupljanjem cinka (Kastori, 1997).

Imajući u vidu značaj cinka u ishrani biljaka, znatno veća pažnja istraživača u svetu je posvećena njegovom nedostatku, nego njegovom višku.

Upoređujući dobijene podatke u ovim istraživanjima sa literaturnim zapaža se da mišjakinja i šumski zvezdan (familija Caryophyllaceae), zatim zečija stopa (familija Rosaceae), kao i maslačak (familija Asteraceae), nakupljaju više cinka u odnosu na ostale ispitivane biljne vrste.



Графикон 1– 8.:
 Садржај цинка код зелјастих биљних врста по локалитетима у месецу мају



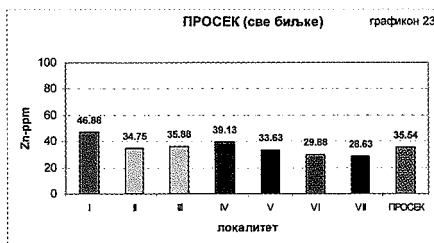
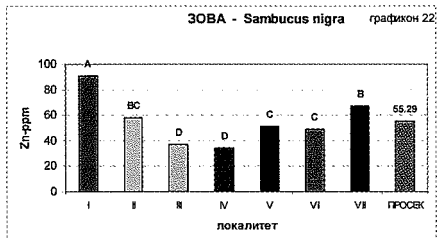
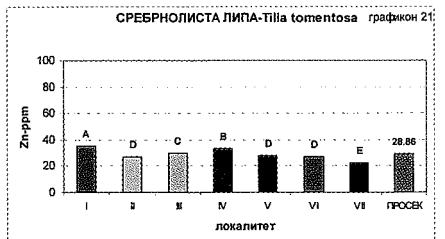
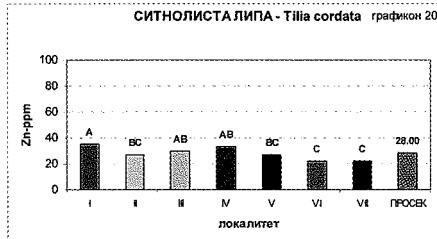
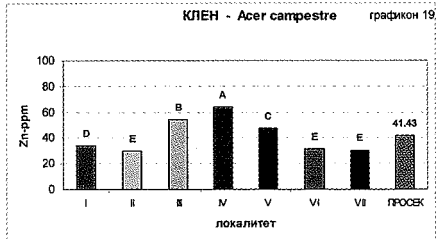
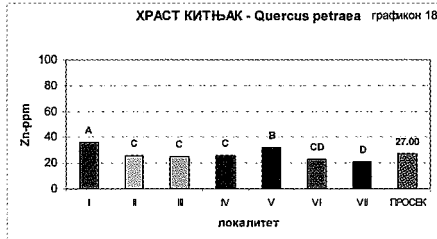
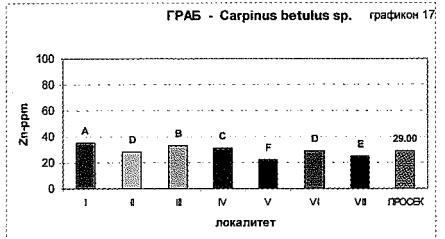
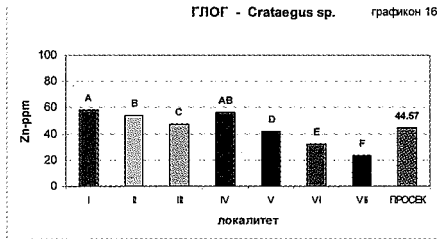
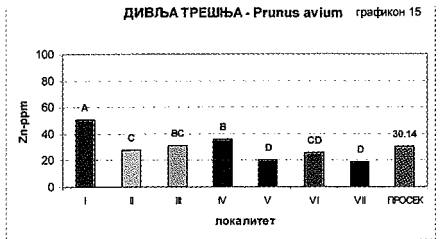
Графикон 9– 14.:

Сadržaj цинка код зелјастих биљних врста по локалитетима у месецу септембру

Посматрајући поједине биљне врсте по локалитетима, на крају вегетационог периода, запажа се су да најмањи дијапозон варијанца имали коприва -*Urtica dioica* (A-B-C), бршљан- *Hedera helix* (A-B) и дивља трешња – *Prunus avium* (A-B).

Упоредјујући просечне вредности за зелјасте биљне врсте по локалитетима, уочава се да је највећа акумулација цинка била на локалитетима 2 и 3, као и то да је она у корелацији са садржајем цинка у земљишту (Таб. 1).

Цинк се кроз биљку транспортује кроз ксилем везан за органске киселине или у виду двоалентног катјона. У соку флоема је такође врло велика концентрација цинка. На његову транслокацију утичу многи еколошки фактори: температура, светлост, присуство фосфата и гвожђа.

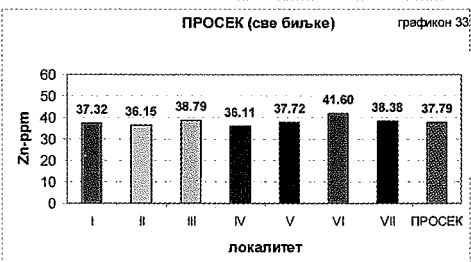
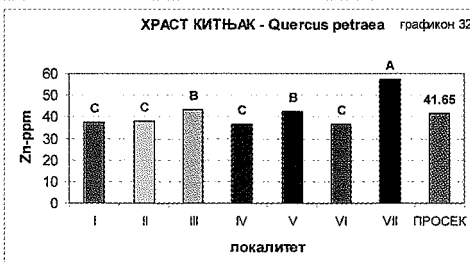
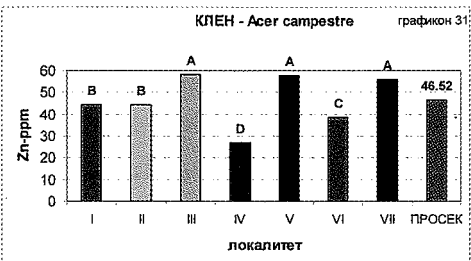
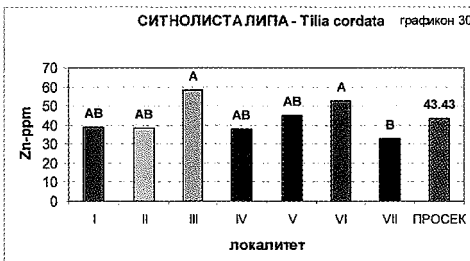
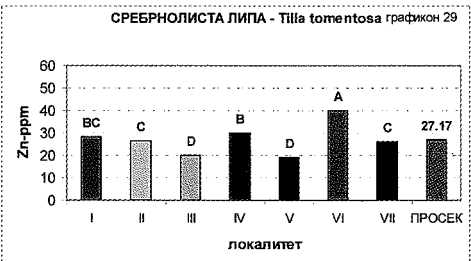
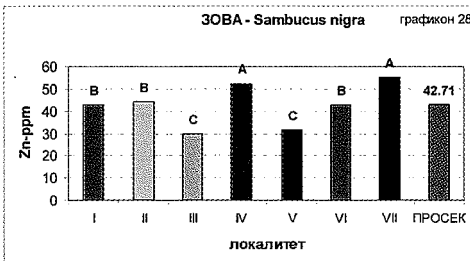
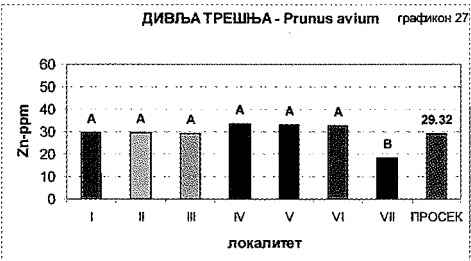
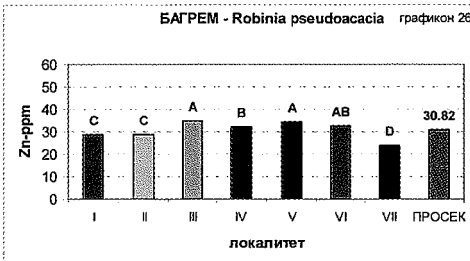


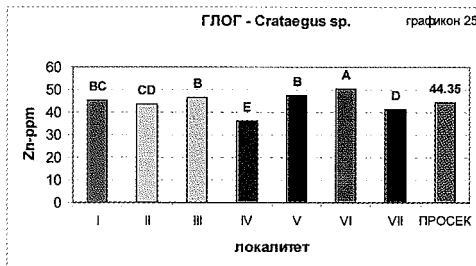
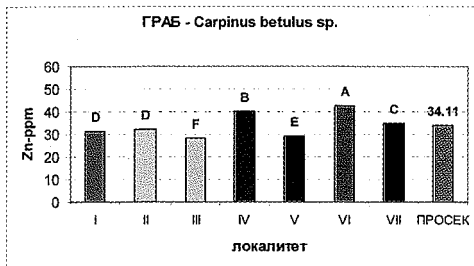
Графикон 15– 23.:

Садржај цинка код дрвенстих биљних врста по локалитетима у месецу мају

Концентрација цинка у сувој материји биљака креће се у веома широким границама од 1 до 10000 mg/kg суве материје, у просеку од 30 до 150 mg/kg, а најчешће од 20 до 50 mg/kg.

Концентрација од 10 до 20 mg/kg може се рачунати latentном, па чак и акутним недостатком Zn. Расподела цинка је специфична, у највећој мери се накопља у корену и у младим листовима.





Графикон 24– 33.:

Sadržaj cinka kod drvenastih biljnih vrsta po lokalitetima u mesecu septembru

Upoređujući prosečne vrednosti za drvenaste biljne vrste po lokalitetima, uočava se da je na svim lokalitetima akumulacija prilično ujednačena, sa manjim ili većim variranjima i ne može se uhvatiti odlučujući trend, ipak najveća akumulacija cinka bila je na lokalitetu 1 na početku vegetacije i na lokalitetu 6 na kraju vegetacionog perioda.

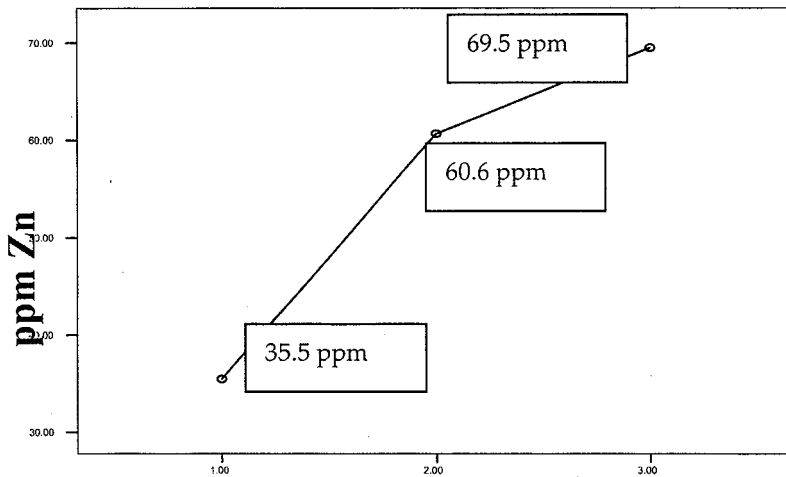
3.2.1 Analiza međuzavisnosti zagađenja i životnih oblika biljaka

U sklopu ovih istraživanja uradjeno je i utvrđivanje uzajamnih veza i međuzavisnosti zagađenja cinkom u okviru životnih oblika biljaka.

Analizom varijanse smo dobili pokazatelje gde postoji i da li postoji razlika između grupa ispitivanih biljaka. Vrednosti signifikantnosti $P < 0.05$ su značajne.

Analiza varijanse usvajanja (Zn) cinka, između biljaka različitih životnih oblika (zeljaste biljke, lijane, drvenaste biljke) ukazuje da se grupišu posebno drvenaste vrste, posebno zeljaste, dok se lijane nalaze između ove dve grupe.

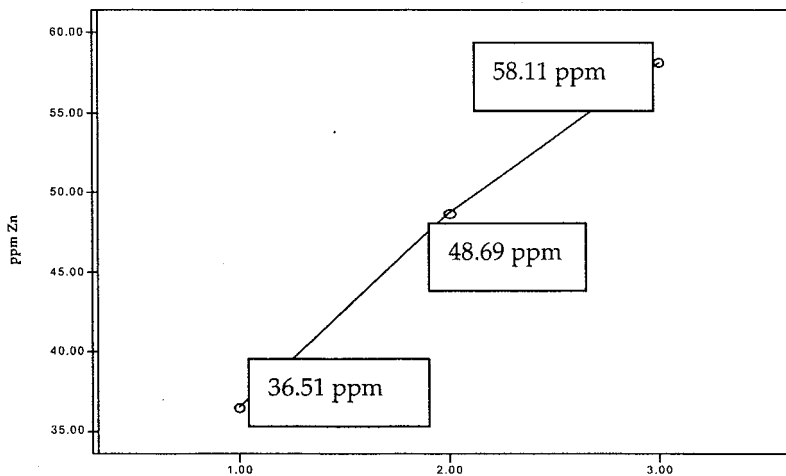
Vrednosti za cink (Графикон 34), pokazuju da su najveći akumulatori (hiperakumulatori) zeljaste biljne vrste sa vrednostima 69.5 ppm, zatim lijane sa vrednošću od 60.6 ppm, a najslabiji akumulatori su drvenaste biljke sa vrednostima od 35.5 ppm na početku vegetacije.



1.drvenaste 2.lijjane 3.zeljaste

Grafikon 34.:

Razlika u usvajanju Zn između životnih oblika biljaka u maju mesecu



1.drvenaste 2.lijjane 3.zeljaste

Grafikon 35.:

Razlika u usvajanju Zn između različitih životnih oblika biljaka u septembru

Iz grafikona 35 možemo videti da je u septembru identična situacija kao u maju, a hiperakumulatori Zn su zeljaste biljke sa prosečnom vrednošću od 58.11 ppm, dok su najmanje vrednosti kod drvenastih vrsta biljaka i iznose 36.51 ppm, lijjane u ovom odnosu pokazuju srednje vrednosti i iznose 48,69ppm.

Najznačajniji podatak, kada govorimo o cinku (Zn), odnosi se na to da utvrđene prosečne vrednosti ukupnog cinka u analiziranim biljkama je u granicama dozvoljenih vrednosti i nije ni blizu kritičnog praga, odnosno može se zaključiti da biljke na ispitivanom području nisu opterećene zagađenjem ovim teškim metalom.

4. ZAKLJUČAK

Prema brojnim literaturnim podacima i istraživanjima stanje šuma Nacionalnog parka Fruška gora, nije zadovoljavajuće i potencijalno je ugroženo od više štetnih uticaja, koji zahtevaju stalan nadzor i kontrolu u cilju preventivne zaštite.

Rezultati proučavanja koncentracije cinka u šumskim ekosistemima Nacionalnog parka "Fruška gora" pokazala su da:

- Prema prosečnim vrednostima za sve biljne vrste može se konstatovati da zeljaste biljke mišjakinja (*Stellaria media*), šumski zvezdan (*Stellaria holostea*), zečija stopa (*Geum urbanum*), i maslačak (*Taraxacum officinale*), nakupljaju više cinka (Zn) u odnosu na druge biljne vrste.
- Velike koncentracije cinka, bez obzira na biljnu vrstu, javljaju se na lokalitetu 1 i 2 u maju, a na lokalitetu 3 i 6 u septembru, ali i na kontrolnom lokalitetu, koji je zabranjen za saobraćaj (7), su približno iste vrednosti, što ukazuje da zagađenje biljaka ovim elementom nije samo posledica zagađenja izduvnim gasovima iz saobraćajem, nego velikim delom zavisi i od prisustva ovog teškog metala u zemljištu, kao i od drugih antropogenih uticaja.
- Koncentracija Zn u zemljištu ukazuje da ga ima najviše u površinskom sloju i da sa dubinom opada, kao i da njegova koncentracije zavisi od lokaliteta.
- Analiza varijanse između životnih oblika (drvenaste, lijane, zeljaste) je pokazala da kod akumulacije Zn postoji razlika između zeljastih, lijana i drvenastih vrsta biljaka, a da su se kao hiperakumulatori Zn u ovim ispitivanjima pokazale zeljaste biljke, u odnosu na drvenaste vrste i lijane.
- Ono što je bio i cilj ovih istraživanja je upravo to da se može zaključiti i konstatovati da zemljište i sve ispitivane biljke, na istraživanom području NP "Fruška gora" nisu opterećene zagađenjem ovim teškim metalom (Zn).

LITERATURA:

Alloway, B.J. (1995): Heavy metals in soil. Second ed., Blackie. Academic and Professional, Glasgow

Aliiev, D.A., Guliev, N. M. (1990): Karboangidraza rasteniñ. Nauka, Moskva.

- Bracket, P.H.T., Davis, R.D. (1988): Upper critical levels of toxic elements in plants. *NewPhytologist* 79, 95-106.
- Brookes, A., Collins, J.C., Thurman, D.A. (1981): The mechanism of zink tolerance in grasses. *J. Plant. Nutrition* 3, (1-4), 695-705.
- Carol, M.D., Loneragan, J.F. (1969): Response of plant species to concentration of zink in solution. II rate of zink absorption and their relation to growth. *Austral. J. Agric. Res.* 20, 457-163.
- Guthner, G. (1989): Remarks on Control of Heavy Metal Emissions in the Federal
- Kastori, R. (1990): Neophodni mikroelementi: Fiziološka uloga i značaj u biljnoj proizvodnji. Naučna knjiga, Beograd.
- Kastori, R. (1997): Teški metali u životnoj sredini. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.
- Kurfurst, J. (1989): ECE Project "Heavy Metals Emissions", Heavy metal emissions, Vol.1, Prague 24-26.10.
- Nriagu J.O., Pacyna, J.M. (1988): Quantitative Assessment of Worldwide Contamination of Air, Water and Soils by Trace Metals, *Nature* Vol. 333.
- Ohki, K. (1976): Effect of zink nutrition in photosynthesis and carbonic anhydrase activity in cotton. *Physiol. Planr.* 38, 300-304.
- Pravilnik o граниčnim vrednostima, metodama za merenje, imisije, kriterijum uspostavljanje mernih mesta i evidencije podataka. *Sl. glasnik RS* br. 54/92.
- Pravilnik o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje i metodama njihovog ispitivanja. *Službeni glasnik RS* br 23/93.
- Sevutton, M.C., Wu, C.W., Goldwait, D.A (1971): The presence and possible role of zink in RNA polymerase obtained from *Echerichia coly*. *Proc. Nat. Acad. Sci. US*, 68, 2497-2501.
- Stanković, D. (2006): Istraživanje uticaja saobraćaja na koncentraciju polutanata u šumskim ekosistemima NP Fruška gora u funkciji zaštite i unapređivanja životne sredine. Doktorska disertacija.
- Tyler, G. (1972): Heavy metals pollute nature, may reduce productivity. *Ambiol*, S. 52-59.
- Wietes, F.G.Jr. (1966): Zink deficiency in the soil-plant system. In: *Zink metabolism* (ed. A. Prasad), C.C. Thomas, Springfield, 90-128.

Dragica Stanković, Borivoj Krstić, Ljiljana Došenović

ZINK CONCENTRATIONS IN THE SOIL AND PLANTS OF NP "FRUŠKA GORA"

Summary

All human activities influence the environment in a lesser or higher degree. In order to be realistic, certain unfavourable influence is unavoidable and even acceptable.

Stability of forest ecosystems is conditioned by many mutually interwoven factors of environment. Changeability of factors in natural conditions is spontaneous; however, these factors may change under the direct or indirect activities of people in such a degree that final result can not be predicted. The chain of change of natural flow in processes in forest ecosystems thus gets another link – pollutants, which produce impact on all other members of ecosystems (changes may be immediately visible, or long hidden), whilst suffering changes themselves. This makes the complex relationships in the environment even more complicated.

Activities that may have negative impact on the environment are numerous: energetics, transportation, urban development, tourism and recreation, aqua-culture, agriculture. These activities create environmentally stressful pressures (exhaust gases, land and water pollution, radiation, noise pollution, chemicals, natural and technological dangers).

Determining the activities with greatest polluting effects is a challenge, as it is sometimes very hard to find the connection between a certain activity and an environmental problem. The cause of difficulty lies in the complexity of human activities' relationships with changes in the environment. For example, growth of tourism provokes growth of transportation industry, which in turn provokes a serious ecological problem.

Ecological consequences of destabilization of forest ecosystems can not be reviewed in full, but already this phenomenon can and must be categorized as extremely significant for the society.

Environmentalism has existed from the beginnings of human civilisation, but preservation and a healthy environment nowadays have 'strategic' significance. It will especially be so in foreseeable future and these processes encourage people to move from 'contaminated' towards 'sanative' surroundings – the so called green, or 'eco' destinations, where priority is given to national or natural parks.