

Активни биомониторинг загађења ваздуха у градској средини коришћењем маховина

Мира Аничих Урошевић

Гордана Вуковић, Тијана Милићевић, Александар Поповић



Припрема “moss bags” ...



- Незагађен *background* локалитет
- Ниска почетна концентрација загађујућих супстанци
- Припрема “moss bags” у лабораторији
- Излагање на терену

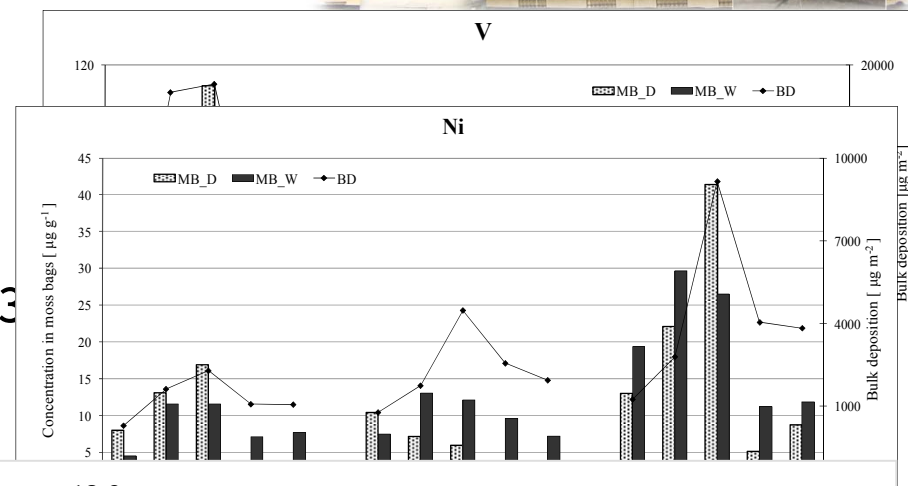


2005–2009: методолошка истраживa

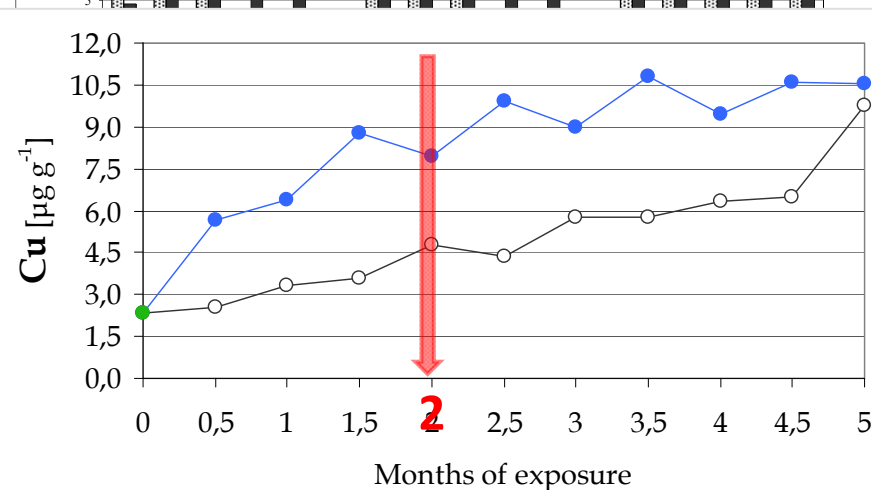


- Утицај влаге на акумулацију елемената

- “Moss bags” vs. укупна депозиција



- “Moss bags” vs. време излаза



2011–2015: Активни биомониторинг у градским микросрединама и на целом подручју града



“кањонске”
улице



Теразијски тунел



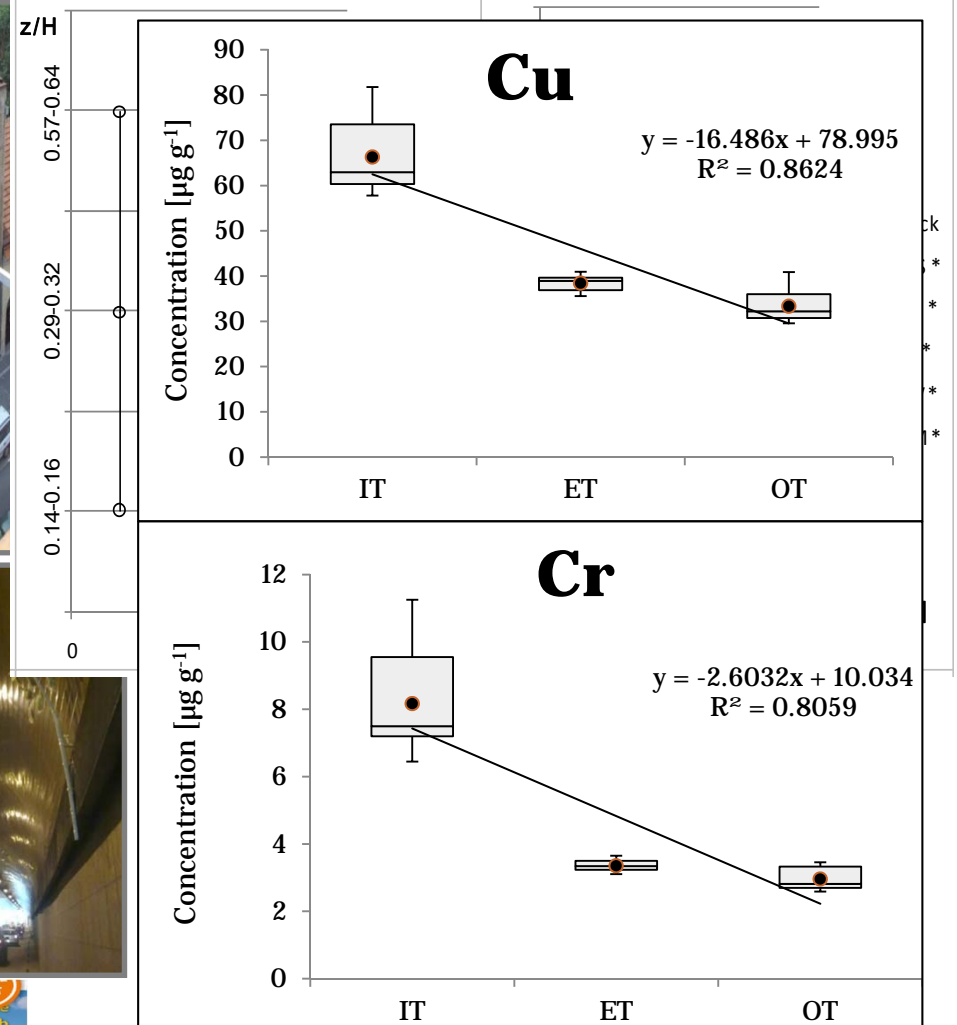
саобраћајне
петље



аеродром



“Кањонске” улице & Теразијски тунел



Environ. Sci. Pollut. Res (2013) 20:5461–5470
DOI 10.1007/s11356-013-1561-9

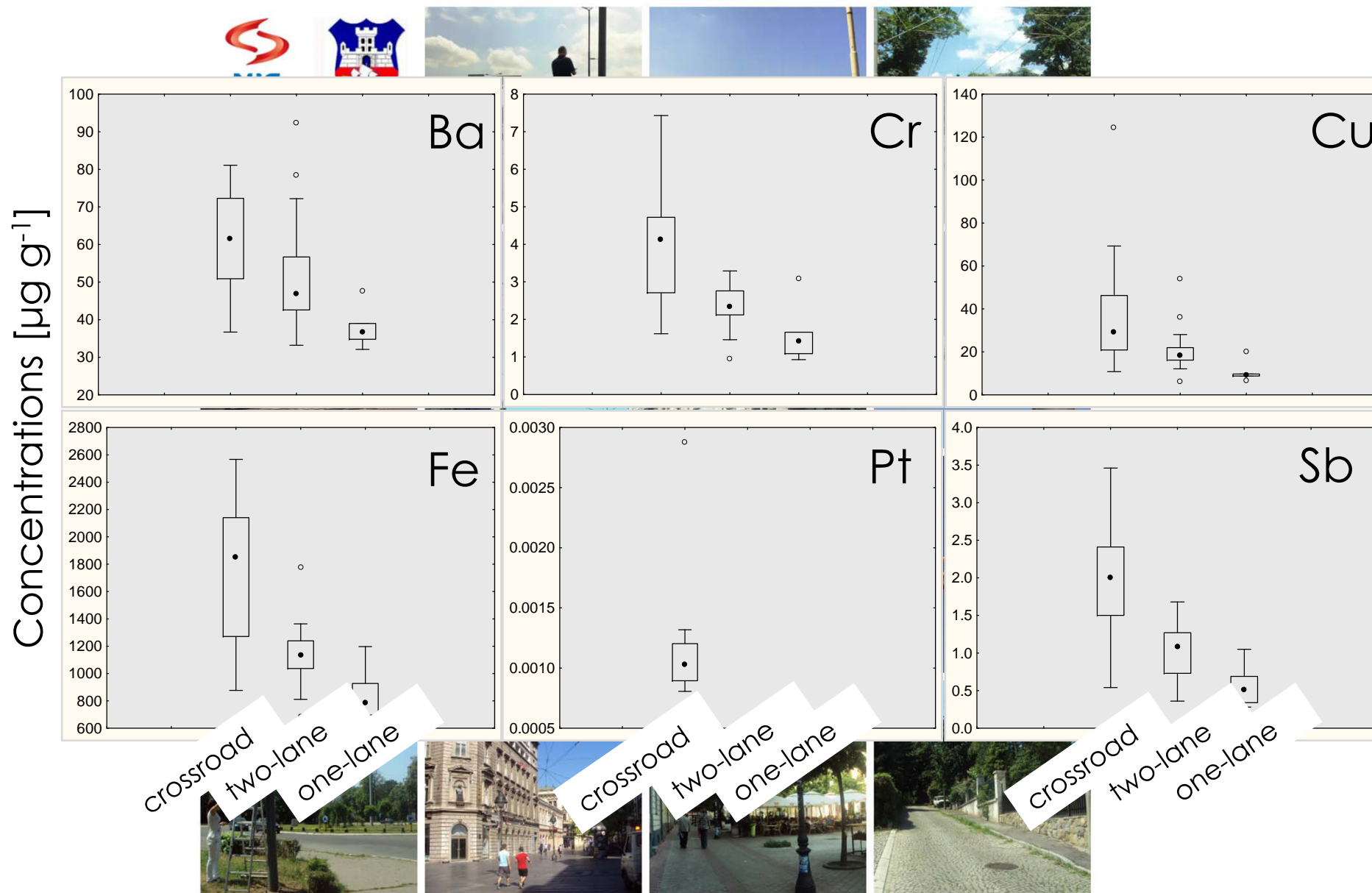
RESEARCH ARTICLE

Active moss biomonitoring of small-scale spatial distribution of airborne major and trace elements in the Belgrade urban area

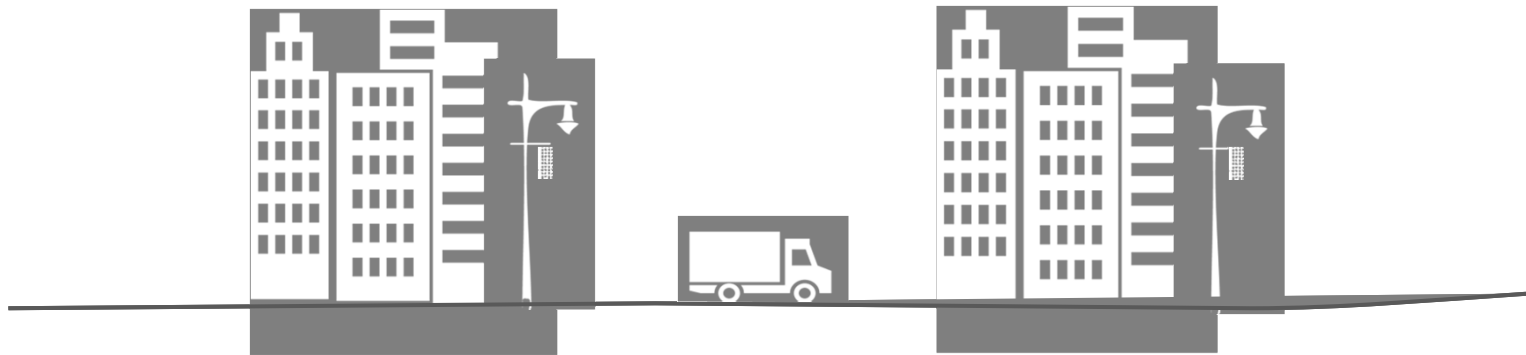
Gordana Vuković · Mira Anđić Urolević · Ivana Razumenić · Zoya Goryainova · Marina Frontasyeva · Milica Tomasević · Aleksandar Popović



Раскрснице-двосмерне-једносмерне улице



Београдска студија: летња и зимска кампања



- Лето: 160 мерних места; различите зоне: типичне градске, зоне становања, зелене површине
- Зима: 22 мерна места близу градских топлана; *background* места
- 40 елемента измерено ICP-OES and ICP-MS
- 16 US EPA PAHs измерено GC-MS
- Магнетни биомониторинг као пандан РМ загађењу



Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv

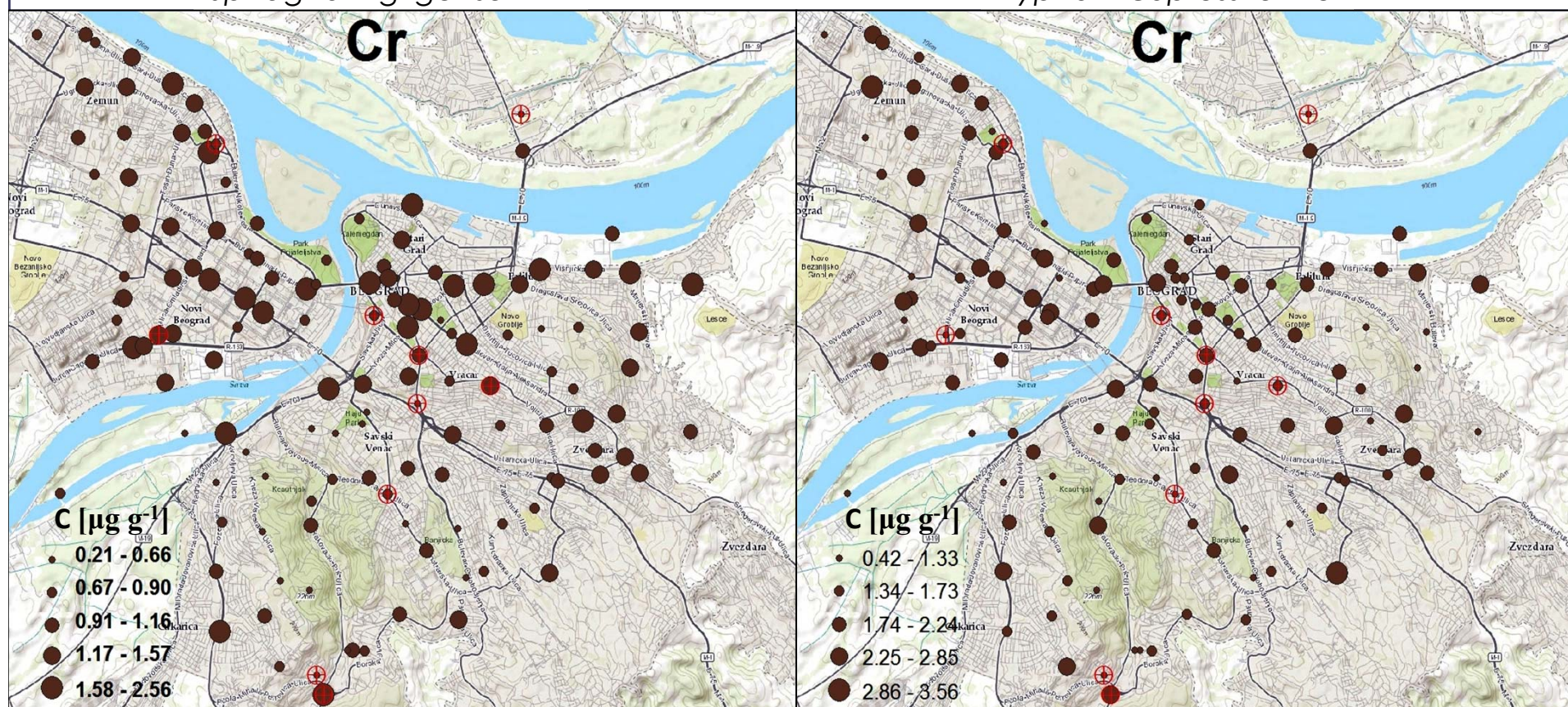
Active moss biomonitoring for extensive screening of urban air pollution: Magnetic and chemical analyses



Gordana Vuković^a, Mira Aničić Urošević^{a,*}, Zoya Goryainova^b, Miodrag Pergal^c, Sandra Škrivanj^c,
Roeland Samson^d, Aleksandar Popović^c

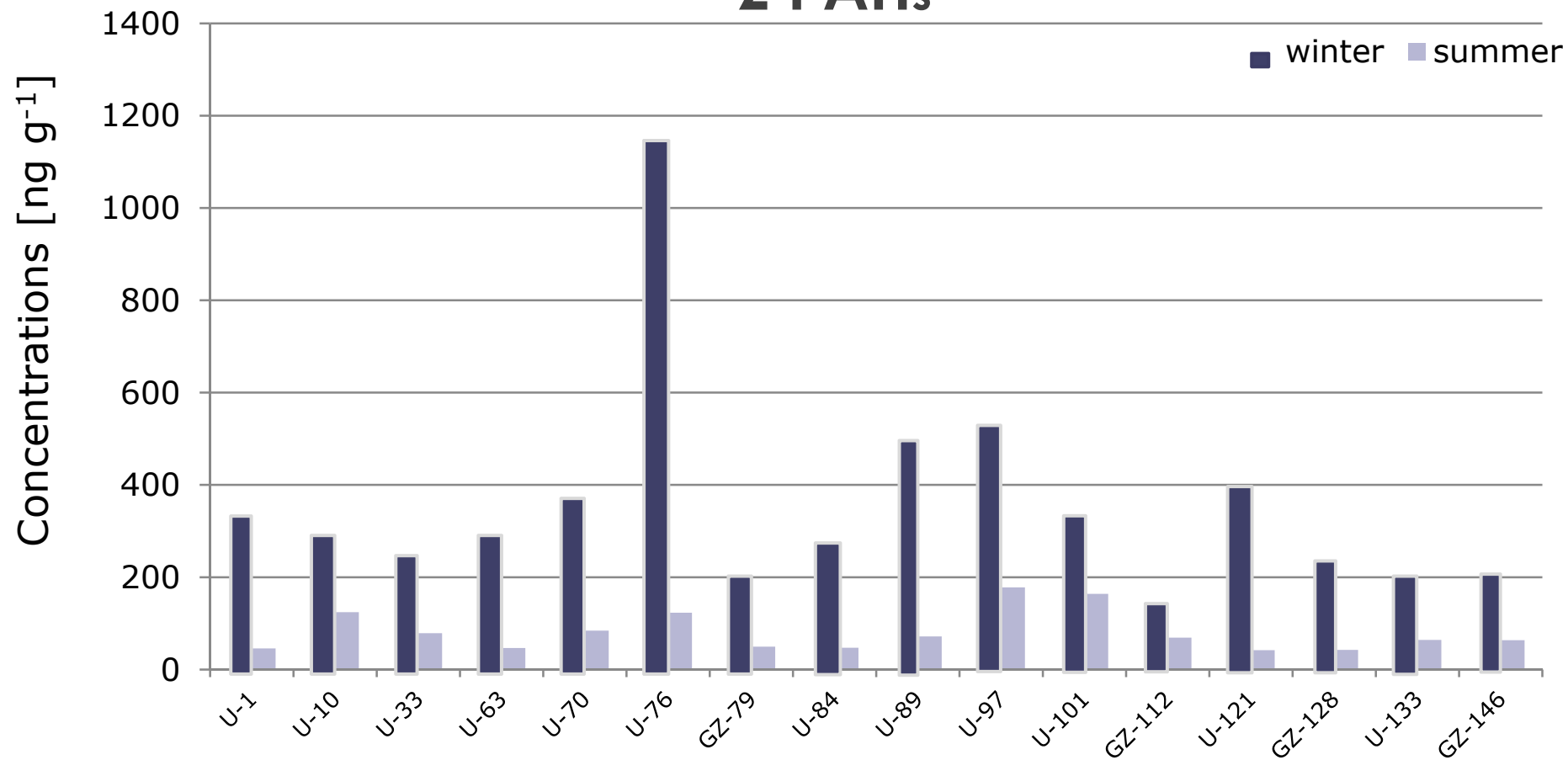
Sphagnum girgensohnii

Hypnum cupressiforme



Зимска кампања

Σ PAHs



Сарадња...

- COST акције..предлози пројеката...подршка SEPA-е
- Тестирање репрезентативности позиције мониторинг станица
- Провера потенцијално јако загађених, а тешко приступачних локалитета у граду
- Споразум о сарадњи Института за физику и SEPA-е
???

да на пажњи !!!



Контакт:

Др Мира Аничич Урошевић

Имејл адреса: mira.anicic@ipb.ac.rs

Тел. +381-11-3713-004

Маховине као биомонитори загађења ваздуха

Мира Аничих Урошевић¹

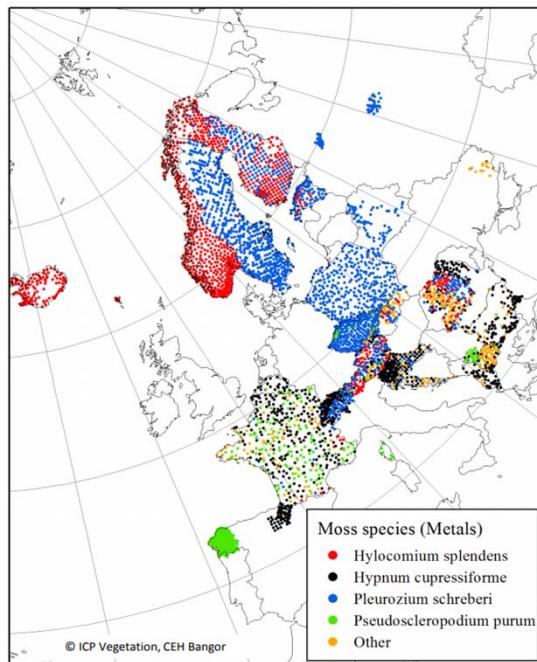
Гордана Вуковић¹, Тијана Милићевић¹, Драган Радновић², Миодраг Крмар²


¹Лабораторија за физику животне средине, Институт за физику у Београду

²Факултет природних наука, Универзитет у Новом Саду

UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (CLRTAP)

- ICP Forests
- ICP Vegetation





ICP Forests

8th Scientific Conference

Trends and events - Drought, extreme climate

Welcome to
ICP Forests

[Register](#)
or [Log In](#)

ICP Vegetation

[ABOUT US](#) [OUR SCIENCE](#) [GET INVOLVED](#) [DATA AND MAPS](#) [EVENTS](#) [PUBLICATIONS](#)

Heavy Metals

Home » Our science

Submitted by on Wed, 03/08/2017 - 15:18

Heavy metals are emitted from a variety of sources, including the metals industry, other manufacturing industries, electricity and heat production and road transportation. Heavy metals are harmful to human health and the environment, and can accumulate in soils and food chains (e.g. accumulation in crops and mercury accumulation in fish).

Rest of Europe	Rest Europe	SEE ¹	EECCA ²	Others
Austria ^{N,POPs}	Latvia ^{N,POPs}	Albania	Armenia	Canada
Czech Republic	Norway ^{POPs}	Bulgaria	Azerbaijan	Mongolia
Estonia ^N	Poland	Greece	Belarus	
France ^N	Slovakia ^N	Macedonia	Georgia	
Germany ^{N,POPs}	Spain (Rioja) ^N	Romania ^N	Kazakhstan	
Iceland	Sweden	Serbia	Moldova	
Ireland ^{N,POPs}	Switzerland ^{N,POPs}	Slovenia ^N	Russian Fed.	
Italy-Bolzano ^N		Turkey	Tajikistan	
			Ukraine	

mosses

ed in the late 1960s.
of their nutrients
soil. Heavy metals
npling and chemical
s it avoids the need
rogramme of routine

New & recent Events

~~32nd Task Force Meeting~~
~~18 Feb 2019 to 21 Feb 2019~~

International Conference on Ozone and Plant Ecosystems
21 May 2018 to 25 May 2018

Sixth Saltjobaden workshop
19 Mar 2018 to 21 Mar 2018

31st Task Force Meeting
05 Mar 2018 to 08 Mar 2018

[more...](#)



Economic Commission for Europe

Executive Body for the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution

Thirty-eighth session

Geneva, 10–14 December 2018

Item 7 of the provisional agenda

Revised mandates of task forces and centres under the Convention

Revised mandates for the task forces and centres under the Working Group on Effects*

Submitted by the Working Group on Effects

Summary

The mandates for the task forces and centres the Working Group on Effects are proposed for revision with the aim to continue to align the work of task forces and centres under the Convention with its strategic priorities taking into consideration the policy response to the 2016 scientific assessment of the Convention, as contained in the current document.

The Executive Body at its thirty-seventh session (Geneva, 11–14 December 2017) took note of the draft revised mandates under the Steering Body to EMEP and the Working Group on Effects and requested that the final version be submitted for its consideration at the thirty-eighth session. The Working Group on Effects discussed the draft revised mandates of its task forces and centres at the fourth joint session of the Working Group on Effects and the Steering Body to the Cooperative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe (EMEP) (Geneva, 10–14 September 2018) compiled by the Chair of the Working Group of Effects with support from the secretariat. It agreed to submit to the Executive Body for its consideration a version revised by the Chair of the Working Group, the Chair of the EMEP Steering Body, the Co-Chairs of task forces and centres and the Bureau of the Executive Body in line with discussions and comments received.

* The present document is being issued without formal editing.



C. Revised mandate for the Task Force and the Programme Centre of the International Cooperative Programme on Effects of Air Pollution on Natural Vegetation and Crops

1. Introduction

25. The current terms of reference (mandates) for International Cooperative Programmes (ICPs) and the Task Force on the Health Aspects of Air Pollution had been specified in document Future Development of Effects-Oriented Activities (EB.AIR/WG.1/2000/4, Annexes II-VIII) approved by the Working Group on Effects (WGE) and the Executive Body in 2000.

26. Highlights of achievements of the Task Force and Programme Centre of the International Cooperative Programme on Effects of Air Pollution on Natural Vegetation and Crops are:

(a) Establishment of more than twenty ozone flux-based critical levels for vegetation (including forests), biologically a more relevant indicator of the risk of ozone impacts on vegetation than concentration-based critical levels, and identifying areas most at risk of ozone impacts;

(b) Provision of evidence of ozone impacts on vegetation, including interactions with nitrogen pollution and climate change, and consequences for ecosystem services and biodiversity, showing that impacts are widespread;

(c) Observation of a lack of trends of ozone impacts on vegetation in the last two decades, hence ozone pollution remains of global concern with background concentrations rising in Europe, contributing to impacts on vegetation;

(d) Monitoring heavy metal and nitrogen concentrations in naturally growing mosses since 1990 has identified declines in concentrations in many areas of Europe whilst hotspots of heavy metal and nitrogen pollution still remain;

(e) Considerable decline in cadmium and lead concentrations in mosses since 1990, and to a lesser extent mercury concentrations, provides evidence for the success of heavy metal air pollution abatement policies in Europe, with mercury pollution remaining of global concern.

27. The mandates for the task forces and centres under the Working Group on Effects need to be revised and updated to ensure that they are consistent with the provisions of the amended protocols to the Convention, as well as its strategic priorities as set out in the following documents:

(a) Revised Long-term Strategy for the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (ECE/EB.AIR/2018/1);

(b) The 2016 scientific assessment of the Convention; and

(c) Policy response to the 2016 scientific assessment of the Convention (ECE/EB.AIR/WG.5/2017/3, ECE/EB.AIR/WG.5/2017/3/Corr.1 and ECE/EB.AIR/2017/4).

28. The revised mandate contained below, includes the key objective and functions of the Task Force and the Centre to be carried out on an ongoing basis. It is expected to be in place for the next 5 to 10 years. Additional activities, and specific tasks and associated deliverables to be carried out in a shorter timeframe, will be included in the biennial workplans for the implementation of the Convention.

Учешће Србије у ИСР Vegetation програму

- n= 92 n= 193 n= 193
- 2000. године...2005...~~2010~~...2015.

Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Vol. 259, No. 1 (2004) 141–147

Atmospheric deposition of heavy metals in northern Serbia and Bosnia-Herzegovina studied by the moss biomonitoring, neutron activation analysis and GIS technology

M. V. Frontasyeva,^{1*} T. Ye. Galinskaya,¹ M. Krmar,² M. Matavuly,² S. S. Pavlov,¹
E. A. Povtoreyko,¹ D. Radnovic,² E. Steinnes³

¹ Frank Laboratory of Neutron Physics, Joint Institute for Nuclear Research, 141 980 Dubna, Russia

² Faculty of Science, University of Novi Sad, Yugoslavia

³ Department of Chemistry, Norwegian University of Science and Technology, NO-7491 Trondheim, Norway

n= 212

- 2015. године укључивање Лаб. за физику жив. средине

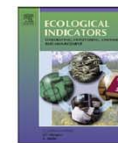
Ecological Indicators 90 (2018) 529–539



Contents lists available at ScienceDirect

Ecological Indicators

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ecolind

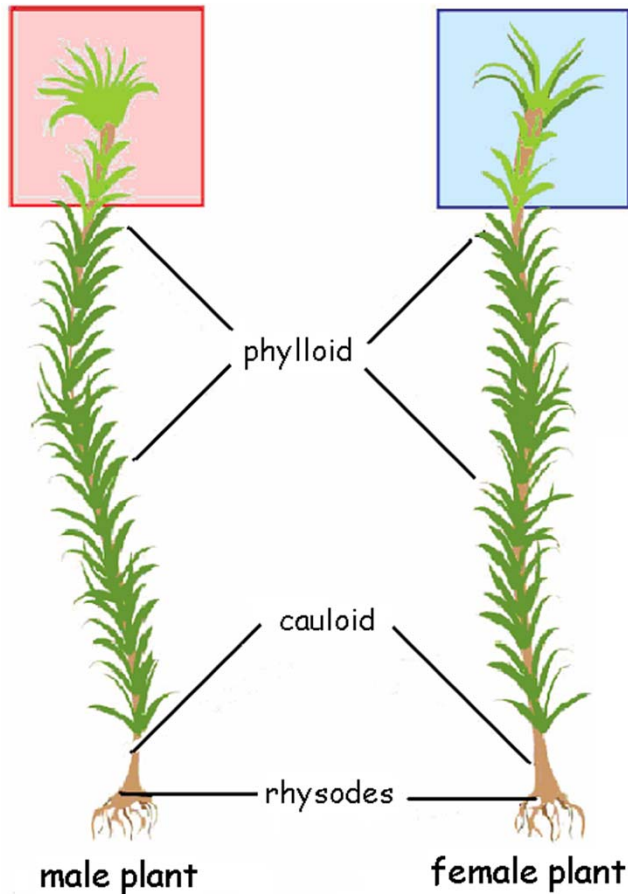


Original Articles

Environmental implication indices from elemental characterisations of collocated topsoil and moss samples

Mira Aničić Urošević^{a,*}, Gordana Vuković^a, Predrag Vasić^b, Tatjana Jakšić^b, Dragica Nikolić^c,
Sandra Škrivanj^d, Aleksandar Popović^{d,*}

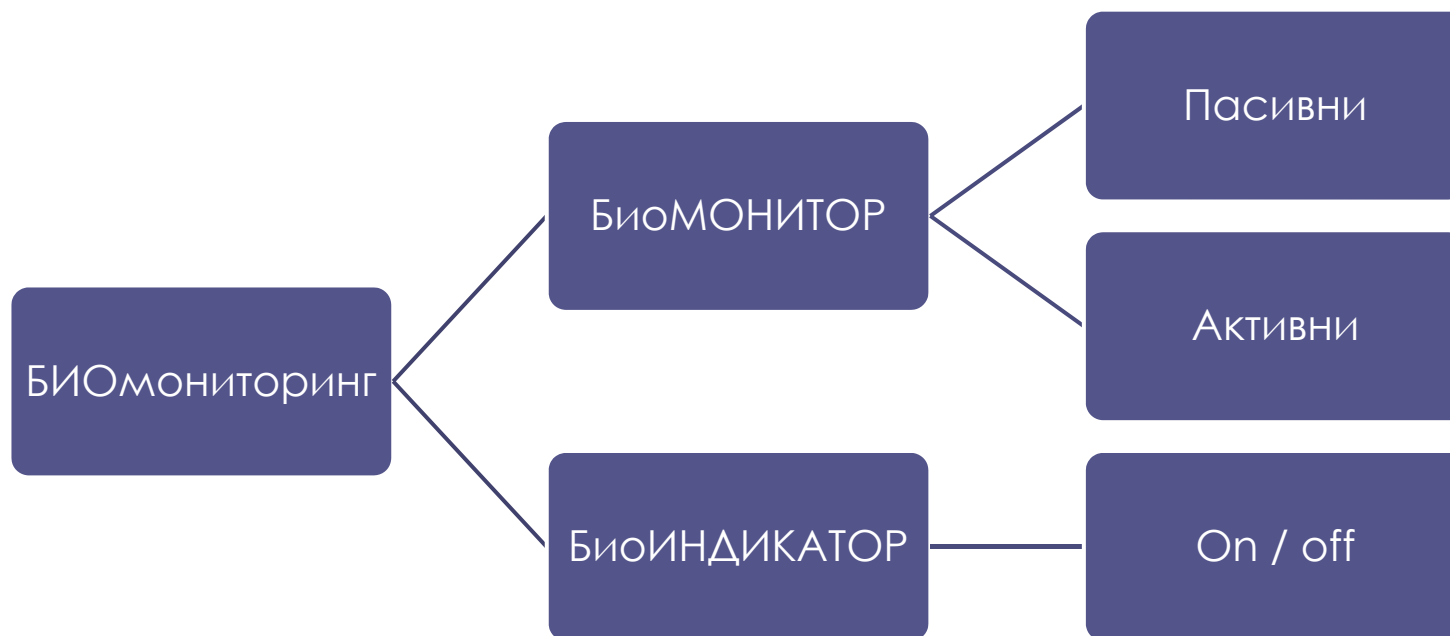




Зашто маховине?

- зимзелене врсте
- космополитско распрострањење
- немају коренов систем
- немају кутикулу
- **акумулирају воду и нутријенте из ваздуха**
- велики однос површине и масе
- висок јоно-измењивачки капацитет
- Зелени дио маховине: 2,5-3 год.

Квалитативна или квантитативна информација?



Поређење мониторинг техника...

ИНСТРУМЕНТИ

- Електрично напајање
- Одржавање
- Тренутне вредности
- Висока цена



ПРИРОДНЕ МАХОВИНЕ

- Без електричног напајања
- Без одржавања
- Кумулативна вредност
- Економичне
- Непознате почетне вредности
- Непознато време излагања
- Ограничена места узорковања



“MOSS BAGS”

- Без електричног напајања
- Без одржавања
- Кумулативна вредност
- Економичне
- Познате почетне вредности
- Дефинисано излагања
- Неограничен број места узорковања



Пасивни биомониторинг...

- Европски стандард за узорковање маховина
- MANUAL за узорковање и анализу маховина
- Мобилна апликација `Moss ICP`

EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM

EN 16414

February 2014

HEAVY METALS, NITROGEN AND POPs IN EUROPEAN MOSES: 2020 SURVEY



ses - Accumulation of
collected in situ: from the
n of samples

ußenluft - Biomonitoring mit Moosen - Akkumulation von
Luftschadstoffen in Moosen (passives Monitoring):
Probenahme und Probenaufbereitung

which stipulate the conditions for giving this European
id bibliographical references concerning such national
tre or to any CEN member.

A version in any other language made by translation
CEN-CENELEC Management Centre has the same

atia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia,
ary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania,
ovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and United



Moss ICP Vegetation

Александр Ужинский Tools

3 PEGI 3

Add to Wishlist

NEW PROJECT
EDIT DATA
EXPORT DATA
EXIT

NEW PROJECT
EDIT DATA
EXPORT DATA
EXIT

LOG IN
moss.icp.eu/login
PASSWORD

NEXT
BACK

TAKE PICTURE

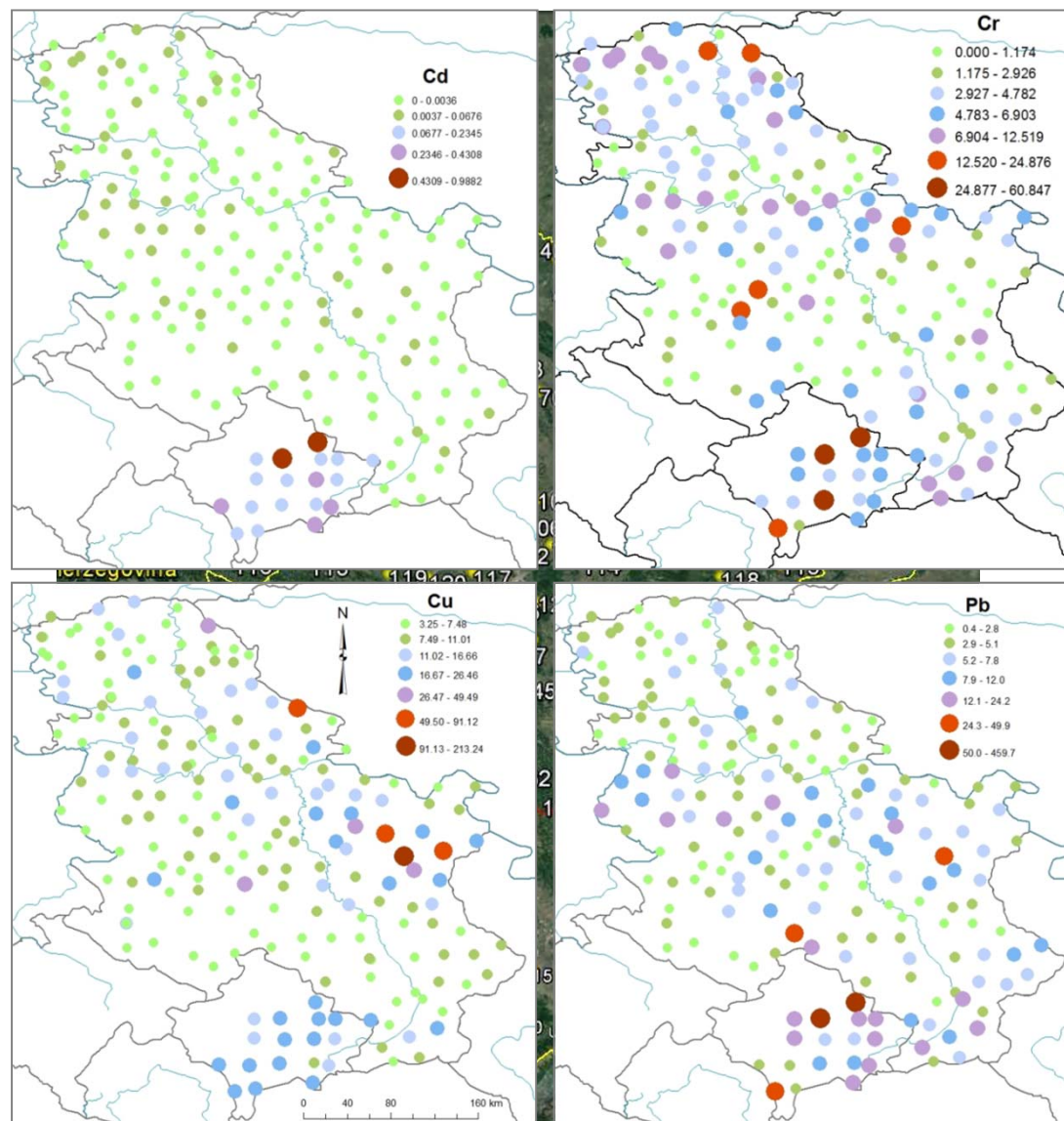
SITE NAME
1
SAMPLE DATE
2018-12-7
LONGITUDE
37.149201
LATITUDE
56.7297887
ALTITUDE
159
LAND COVER
forest
TOPOGRAPHY
plain
DISTANCE TO NEAREST TREE CANOPY PROJECTION
14
MOSS SPECIES
Barbula indica
MOSS PHOTO

sels

Ref. No. EN 16414:2014 E

Мапирање загађења ваздуха у Србији (2015.)

- Мрежа узорковања 25×25 km
- 212 места узорковања
- узорковање маховина изван крошњи дрвећа
- мерење > 30 елемената (**Al**, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, **Sb**, Hg, Ni, V, Zn) и азота (N)
- мерење POPs (PCBs, OCPs) на 20 локалитета



Data Management System (DMS)

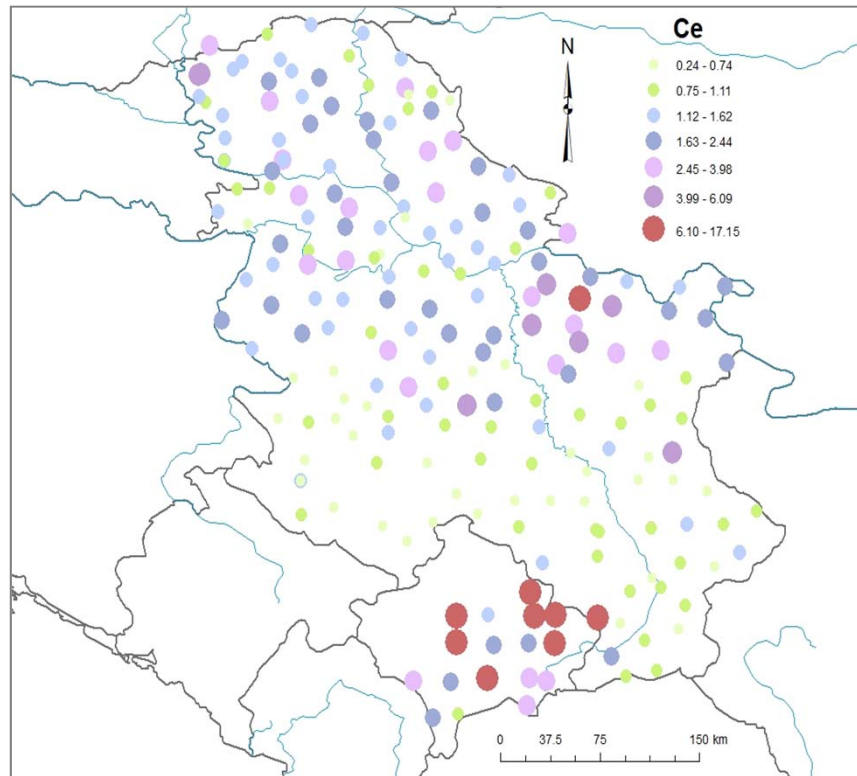
The screenshot displays a web-based Data Management System (DMS) interface. The interface is divided into several sections:

- Top Section:** A navigation bar with buttons for "Help", "Exit", and "Add year". A dropdown menu shows the selected year "2020 - 2021".
- Map Section:** A map showing the location of "Serbia".
- Main Data Management Section:** A page with a "Back" button, a "Year" dropdown menu (set to "2015 - 2016"), and a "Country/Region" dropdown menu. The "Country/Region" menu is open, showing options: "All", "Albania - West Balkan", "Armenia", "Austria", "Azerbaijan", and "Belarus".
- Chart Section:** A bar chart titled "Cr" showing the concentration of moss in various countries and regions. The y-axis is labeled "Concentration" and ranges from 0 to 30. The x-axis lists countries and regions, including Serbia, Armenia, Azerbaijan, Belarus, Bulgaria, CRIMEA, Canada, Czech Republic, Estonia, France, Georgia, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Kazakhstan, Latvia, Macedonia, Moldova, Mongolia, Norway, Poland, Romania, Russia (multiple regions), Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Tajikistan, Turkey, Ukraine, and Vietnam.
- Data Table:** A table below the chart with columns for country/region, concentration, and other parameters. The table is titled "Data sheet" and shows data for "Moss 2" and "Moss 3".

Country/Region	Concentration	Other Parameters
Serbia	~3	19.481430
Armenia	~18	45.679650
Azerbaijan	~9	04.11.2015
Belarus	~1	<i>Hypnum cupressiforme</i>
Bulgaria	~3	<i>Hypnum cupressiforme</i>
CRIMEA	~4	2041
Canada	~1	1.36
Czech Republic	~5	0.156
Estonia	~1	0.02
France	~2	0.02
Georgia	~8	9.41
Germany	~1	2167
Greece	~15	3.19
Iceland	~2	2.24
Ireland	~1	0.095
Italy	~7	5.03
Kazakhstan	~13	19.5
Latvia	~1	19.74
Macedonia	~1	8868
Moldova	~3	
Mongolia	~8	
Norway	~1	
Poland	~4	
Romania	~4	
Russia - Tikhvin r...	~9	
Russia - Ryazan	~4	
Russia - Reserves	~1	
Russia - Udmurtia	~9	
Russia - Ivanovo	~4	
Russia - Tula region	~5	
Russia - Kaliningrad	~1	
Russia - Bratskay...	~1	
Russia - Moscovs...	~2	
Russia - Tverskay...	~2	
Slovakia	~2	
Slovenia	~1	
Spain - La Rioja, ...	~1	
Sweden	~1	
Switzerland	~1	
Tajikistan	~23	
Turkey	~2	
Ukraine - Kiev an...	~2	
Vietnam	~13	

The 32nd ICP Vegetation Task Force Meeting

18 -21 Feb 2019
Targovište, Romania



ASSESSMENT OF ANOMALIES IN DISTRIBUTION OF RARE EARTH ELEMENTS ACROSS SERBIA USING MOSS BIOMONITORING

Aničić Urošević M.,¹ Krmar M.,² Radnović D.,² Vuković G.,¹ Vasić P.,³ Jakšić T.,³ Frontasyeva M.V.,⁴ Popović A.,⁵

¹Institute of Physics Belgrade, University of Belgrade, Pregrevica 118, 11080 Belgrade, Serbia; ²Faculty of Science, University Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 3, 21000 Novi Sad, Serbia; ³Faculty of Natural Sciences, University of Priština, Ivo Lole Ribara 29, 38220, Kosovska Mitrovica, Serbia; ⁴Frank Laboratory of Neutron Physics, Joint Institute for Nuclear Research, Joliot-Curie 6, Dubna, 141980, Russian Federation; ⁵Faculty of Chemistry, University of Belgrade, Studentski trg 12 - 16, Belgrade, Serbia

Introduction

In the recent decades, rare earth elements (REEs) are recognised as xenobiotics due to their growing mining and application in agriculture, medicine, high-tech electronics and communication systems. The increasing use of REEs in different areas of human activity has led to environmental contamination and bioaccumulation persist for a long time. Airborne particulate matter is a carrier of many potentially toxic elements including REEs. Mosses have been studied as biomonitors of positive or negative anomalies in REE distribution over large areas induced by deposition of atmospheric particulate matter.

Experiment

In the samples of moss *Hypnum cupressiforme*, collected across Serbia in 2015/2016, 17 REEs were determined: Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb and Lu. The measurements were done by ICP-MS. The obtained REE concentrations were normalised to their values in European Shale (EUS), North American Shale Composite (NASC), Post Archean Australian Shale (PAAS) and Upper Continental Crust (UCC). Deviation of the element concentrations from the natural values was estimated by calculating their enrichment (EFs) in the moss samples.

Results and Discussion

The measured and normalised REE concentrations in the moss samples are present on Figure 1. According to Sc as a reference element, the median EFs showed slight enrichment of the REEs in the moss samples (Figure 2). The statistically significant correlations were obtained between the REE concentrations in the moss ($R \geq 0.80$, $p < 0.05$), which imply the similar origin of the elements, probably geogenic. Spatial distribution of moss REE concentrations across Serbia (Figure 3) suggesting two areas of the increased element abundance at south and east of the country.

Figure 1. EUS, NASC, PAAS and UCC normalized patterns of REE concentrations in the moss *H. cupressiforme*

Figure 2. Enrichment factor (EF) of REEs in the moss samples across Serbia (accepting Sc as yellow line: EF = 1, red line: EF = 0)

Sr	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
140.2	140.2	144.2	147.7	150.4	152	157.8	158.9	162.5	163.7	167.3	168.9	173.0	175

Conclusion

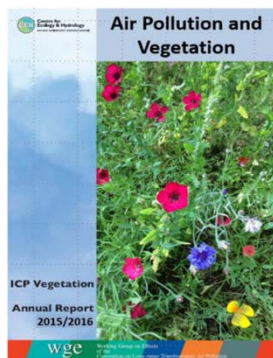
Moss can be used in monitoring of rare earth elements, except for Pm. In Serbia, REEs are mainly of geogenic origin.

Figure 3. Distribution of REE concentrations ($\mu\text{g g}^{-1}$) in the moss samples across Serbia

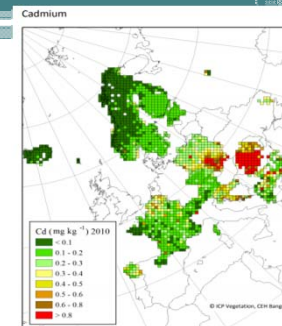
Corresponding author:
Dr. Mira Aničić Urošević; mira.anicic@ipb.ac.rs

Environmental Physics Laboratory
Faculty of Natural Sciences, University of Belgrade, Serbia

Закључци са `The 32nd Task Force Meeting`



- Нови евроазијски атлас загађења ваздуха–април 2019.

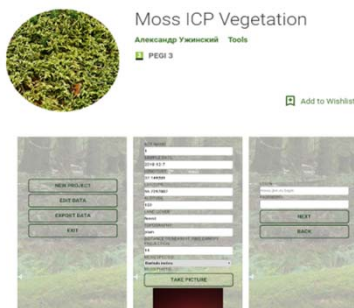


- Унапређење MANUAL-а за узорковање/анализу маховина

HEAVY METALS, NITROGEN
AND POPs IN EUROPEAN
MOSES: 2020 SURVEY



MONITORING MANUAL
International Cooperative Programme on Effects of
Air Pollution on Natural Vegetation and Crops



- Употреба мобилне апликације `Moss ICP` при узорковању маховина

- Позив земљама да учествују у новој кампањи узорковања/анализе маховина током 2020. године !

- **Известити релевантне националне институције о резултатима ICP Vegetation програма !!!**

да на пажњи !!!



Контакт:

Др Мира Аничич Урошевић

Имејл адреса: mira.anicic@ipb.ac.rs

Тел. +381-11-3713-004

Биоиндикатор



МАХОВИНЕ



Др Мира Аничич Урошевић
Лабораторија за физику животне средине
Институт за физику у Београду

<http://www.envpl.ipb.ac.rs/>

<https://icpvegetation.ceh.ac.uk/our-science/heavy-metals>

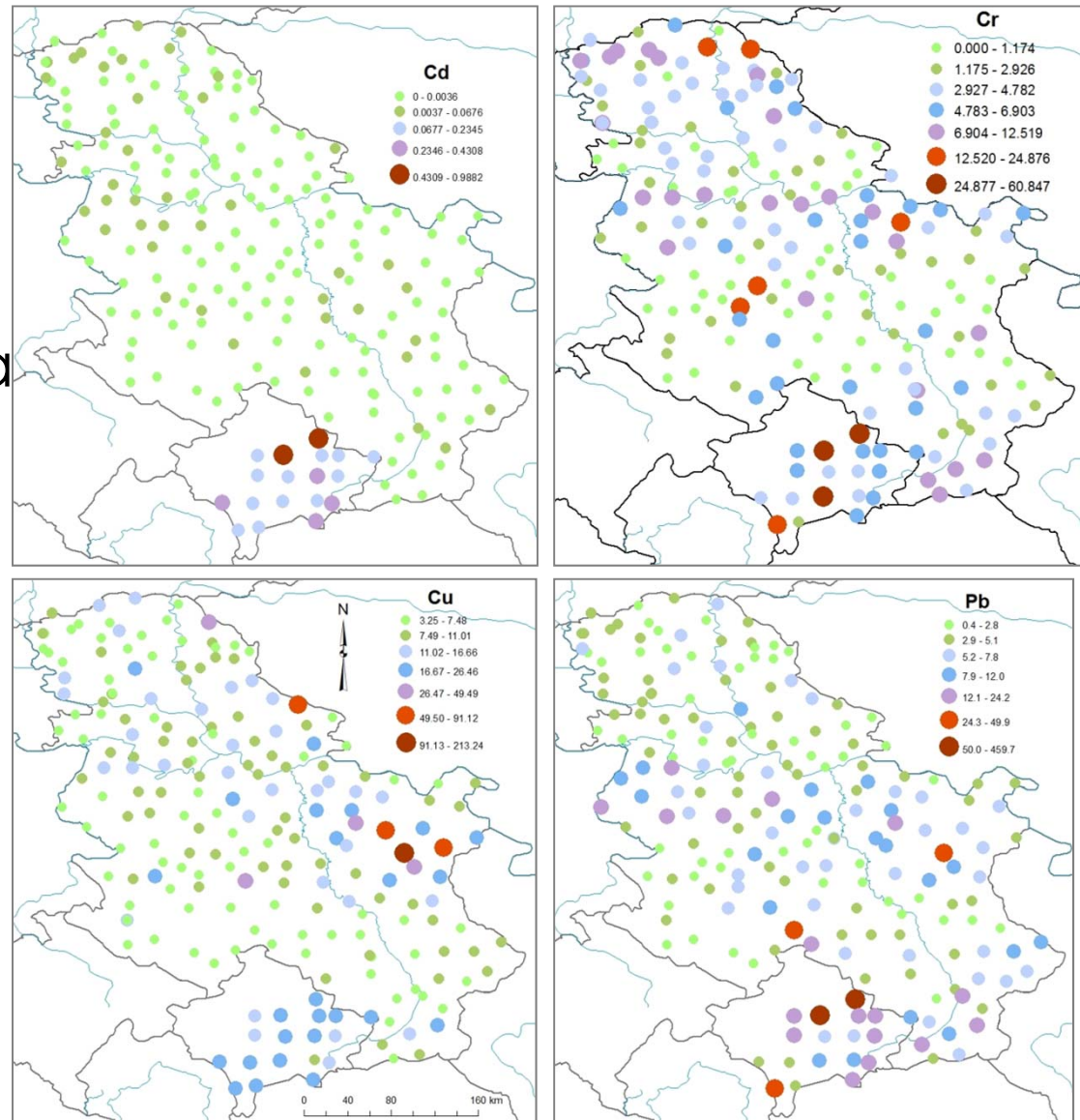


ICP Vegetation program – moss survey

- Србија учесник од 2000. године
- Узорковање на 5 година
- Вршни зелени дио маховине (2,5–3-годишњи изданак) је узорак
- Космополитска врста маховине – велики број места узорковања
- Приказ резултата мерења кроз карте загађења ваздуха

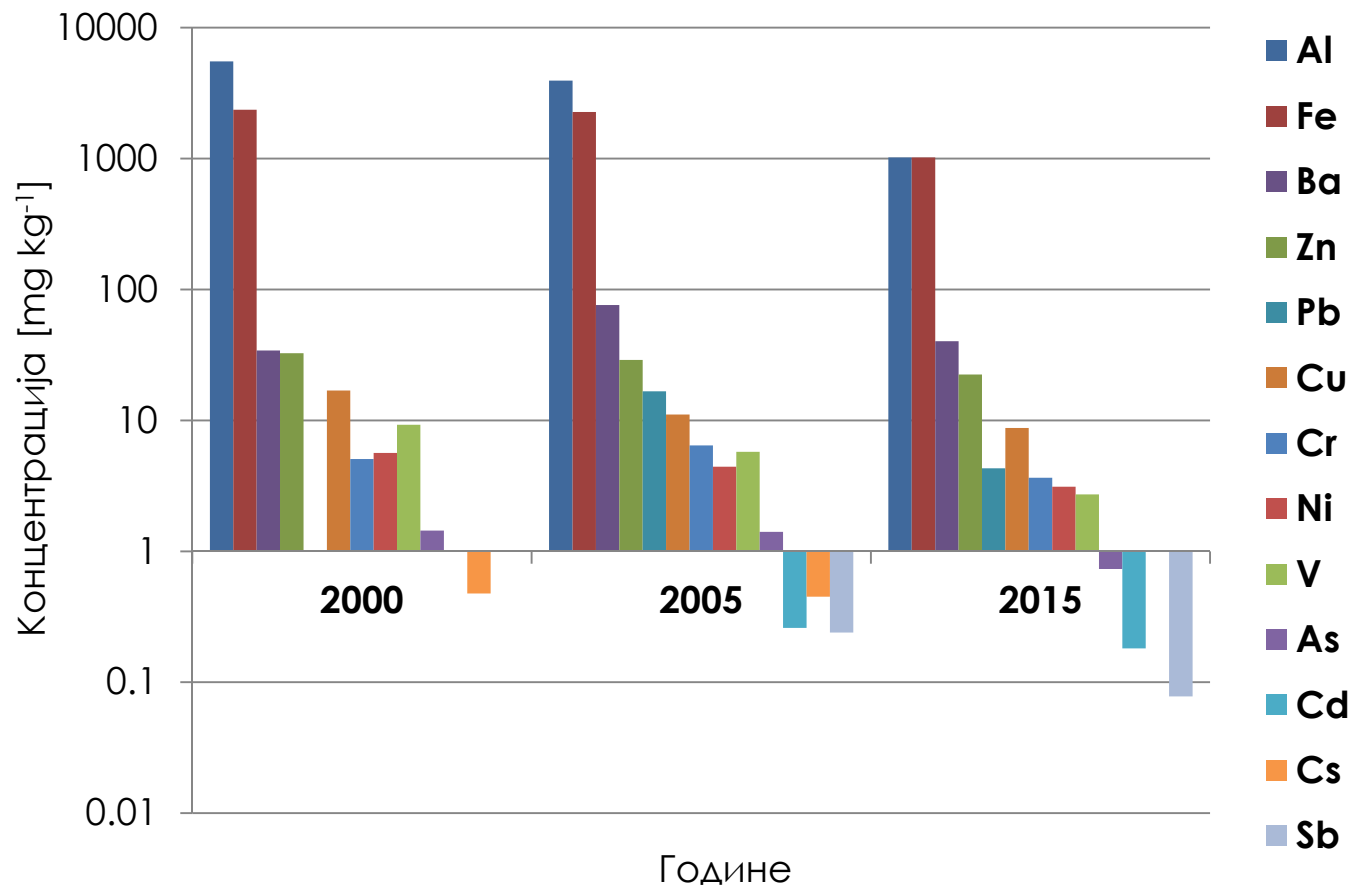
Мапирање загађења ваздуха у Србији

- Мрежа узорковања 50 × 50 km
- 200 места узорковања
- узорковање изван крошњи дрвећа
- мерење > 30 елемената (mg kg^{-1})



Контакт имејл адреса: mira.anicic@ipb.ac.rs

Биоиндикатор маховина: временски тренд концентрације елемената



Концентрација елемената (mg kg⁻¹) у маховини *Hypnum cupressiforme* на подручју Србије од 2000. до 2015.

Закључак

- Биоиндикаторска врста маховине *Hypnum cupressiforme* се у Србији користи за истраживање квалитета ваздуха у ван-градским/руралним подручјима (тзв. пасивни биомониторинг)
- Загађење измерено у маховинама може да буде локалног порекла, али и транспортовано са већих удаљености
- У Србији, од 2000. до 2015. год. постоји опадајући тренд загађења ваздуха потенцијално токсичним елементима (потенцијални разлог: престанак рада бројних индустријских постројења)
- Коришћењем софтвера за картирање података (ArcGIS и сл.) табеларни приказ података се лако преводи у визуелно прихватљивију форму мапа
- На мапама загађености ваздуха јасно се истичу подручја са повишеним концентрацијама (рударски басен КиМ, борски индустријски регион)

Хвала на пажњи !!!



Контакт:

Др Мира Аничич Урошевић

Имејл адреса: mira.anicic@ipb.ac.rs

Тел. +381-11-3713-004

Специфичности биомонитор(инга)...

- Биоиндикаторска врста маховине мора да буде широко распрострањена, космополитска врста (лако доступна)
- Метеоролошки, климатски и орографски фактори утичу на биоиндикаторску врсту (фаворизују или не њен раст)
- Маховина се узоркује са отворених површина и на извесној удаљености од насеља и путева како би се избегла локална контаминација и постигла репрезентативност узорковања
- Узорковање врши стручна особа, биолог, која распознаје врсте маховина
- У поновљеним 5-годишњим истраживањима, узоркује се са истих координата како би истраживања била компаративна

Специфичности биомонитор(инга)...

- Пошто немају прави коренов систем, маховине упијају нутријенте и воду из атмосфере те се састав околног ваздуха рефлектује у саставу њиховог ткива
- Вршни, зелени дио маховине (који је пандан 3-годишњем расту) се узима за хемијску анализу
- Мултиелементне и осетљиве хемијске технике, као што су ICP-OES и ICP-MS, су подесне за анализу узорака маховина
- Измерене концентрације елемената се обично изражавају у mg kg^{-1} суве масе узорка
- Коришћењем софтвера за картирање података (ArcGIS и сл.) табеларни приказ података се лако преводи у визуелно прихватљивију форму мапа
- У Србији, од 2000. до 2015. год. постоји опадајући тренд загађења ваздуха потенцијално токсичним елементима (потенцијални разлог: престанак рада бројних индустријских постројења)