

КОНЦЕНТРАЦИЈА НИКЛА У НЕКИМ КОМПОНЕНТАМА ЕКОСИСТЕМА НАЦИОНАЛНОГ ПАРКА "ФРУШКА ГОРА"

ДРАГИЦА СТАНКОВИЋ
БОРИВОЈ КРСТИЋ
РУЖИЦА ИГИЋ

Извод: Познавање усвајања, садржаја, транспорта, дистрибуције, као и физиолошког дејства појединих хемијских елемената у биљкама има шири, не само научни, већ и практични значај.

Један број елемената који улазе у састав биљака, који су неопходни и делују стимулативно на развој биљака, при већим концентрацијама, посебно тешки метали, могу бити веома токсични.

У овом раду испитиван је садржај никла (Ni) у неким биљкама, на седам одабраних локалитета дуж деонице пута М-21, Ириг – Иришки Венац – Парагово. Никл је есенцијални елемент потребан за раст биљака и ресорпцију гвожђа, такође, улази у састав ензима значајних за одвијање животних процеса.

Концентрација никла у ваздуху, земљишту и листовима биљака, одређивана је методом атомске апсорпционе спектрофотометрије (ААС).

Добијени резултати показују да је депозиција никла из ваздуха мала, да садржај никла у земљишту варира од 40-150 ppm и да премашује МДК.

Садржај никла зависио је од биљне врсте, а највећа концентрација је установљена код храста китњака (*Quercus petraea*) и сребрнолисне липе (*Tilia tomentosa*).

Кључне речи: Фрушка гора, пут М-21, контаминација, никл, дрвенасте биљке

NICKEL CONCENTRATION IN SOME COMPONENTS OF THE ECOSYSTEM
OF THE NATIONAL PARK "FRUŠKA GORA"

Abstract: The study of uptake, content, transport, distribution, as well as physiological effects of individual chemical elements in plants has a wider, not only the scientific, but also the practical significance.

The elements which are components of the plant composition, and which are necessary for plant development can have a stimulating effect, while a group of elements, especially heavy metals, at higher concentrations, have a highly toxic effect on plants.

The content of nickel (Ni) as studied in plant material collected at seven selected localities along the section of the road M-21, Irig – Iriški Venac – Paragovo. Nickel is an essential element necessary for growth and for iron resorption. It is also a component of enzymes significant for the life processes.

Nickel concentration in the air, soil and plant leaves as determined by the atomic absorption spectrophotometry method (AAS).

The study results show that nickel deposition from the air is low, that nickel content in the soil varies from 40-150 ppm and that it exceeds the MAC.

Nickel content depends on the plant species and the highest concentration was measured in sessile oak (*Quercus petraea*) and silver lime (*Tilia tomentosa*).

Key words: Fruska Gora, road M-21, contamination, nickel, woody plants

*Мр Драгица Станковић, асистент, Шумарски факултет, Универзитет у Београду
Др Боривој Крстић, ред. проф., др Ружица Игић, ред. проф., Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду*

УВОД

Очување здраве животне средине, свакако је један од приоритетних задатака савременог друштва. Велики број различитих загађивача који се стално смењују у зависности од начина коришћења природних ресурса, урбанизације, саобраћаја и др. свакодневно угрожавају здраву животну средину. Ефекти загађења могу бити веома различити зависно од врсте загађујућих материја, степена загађења и др.

Најзначајнији су биолошки, односно посредни и непосредни ефекти загађивача који код човека, животиња и биљака могу да изазову акутна и хронична обољења па чак и промене у наследној основи.

Појам **тешки метали** обухвата метале чија је густина већа од 5 g/cm^3 . Читав низ ових метала је у виду елемената у трагу, неопходан - есенцијалан за многобројне функције у биљном и људском организму.

Биљке усвајају тешке метале из земљишта, али исто тако накупљање тешких метала на биљним органима може имати велики утицај на физиолошке процесе. Накупљање тешких метала, као и оних са претежно токсичним дејством, за биљке може да буде последица природних литогених и педогених процеса (Woolhouse, 1983), или антропогених чинилаца чији је резултат загађење спољашње средине (Пиперски и Радишић, 2003). Тако да се оптерећеност земљишта тешким металима јавља у подручјима где је земљиште образовано на стенама богатим тешким металима, као и у оним подручјима где је атмосфера оптерећена једињењима која садрже тешке метале.

Испитивање и познавање садржаја и акумулације тешких метала у биљкама је са еколошког становишта веома значајно, јер они управо преко биљака улазе у ланац исхране.

Елемент који данас све више изазива пажњу поред других тешких метала, је никл (Ni). То је есенцијални елемент потребан за раст и ресорпцију гвожђа, а такође улази у састав ензима значајних за нормално одвијање животних процеса.

2. ЦИЉ И МЕТОД РАДА

Циљ овог рада је усмерен на утврђивање концентрације (Ni) никла и његове акумулације у биљкама у Националном парку Фрушка гора, дуж магистралног пута М-21 (Ириг – Иришки Венац – Парагово у дужини од 12 km). Анализиран је садржај никла у ваздуху, у земљишту и у вегетативним деловима осам врста дрвенастих биљака на седам одабраних локалитета.

Локалитети су следећи:

Локалитет **I** – на уласку пута М-21 од Ирига према Иришком Венцу

Локалитет **II** – на пола пута до Иришког Венца

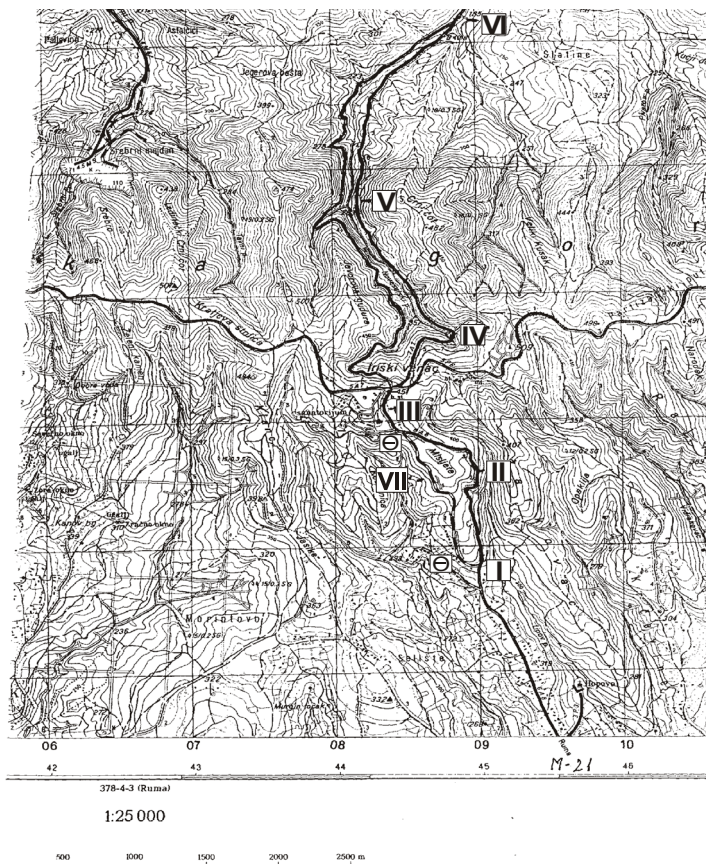
Локалитет **III** – Иришки Венац

Локалитет **IV** – 500 m од Иришког Венца према Парагову

Локалитет **V** – 2.5 km од Иришког Венца према Парагову

Локалитет **VI** – раскрсница на Парагову узлазног и силазног пута М-21

Локалитет **VII** – контрола (пут забрањен за саобраћај)



Слика 1- Део магистралног пута М-21 Ириг-Иришки Венац-Парагово
 Figure 1- Part of M - 21 road Irig-Iriški Venac-Paragovo

Избор седам локалитета са којих су узимани узорци биљака за анализу спроведен је пажљиво, дуж магистрале са леве и десне стране пута (слика 1), јер је било неопходно да на сваком од одабраних локалитета буду заступљене исте врсте биљака.

Врсте дрвенастих биљака које су одабране за анализу су следеће:

Дивља трешња	<i>Prunus avium</i> L.
Глог	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.
Граб	<i>Carpinus betulus</i> L.
Храст китњак	<i>Quercus petraea</i> (Mattuschka) Liebl.
Клен	<i>Acer campestre</i> L.
Ситнолисна липа	<i>Tilia cordata</i> Miller.
Сребрнолисна липа	<i>Tilia tomentosa</i> Moench.
Зова	<i>Sambucus nigra</i> L.

Ради упоређења добијених резултата као контролни локалитет (локалитет 7) изабран је стари силазни пут (од Иришког Венца према Хопову) забрањен за саобраћај.

Са одабраних локалитета прикупљани су узорци листова поред магистралног пута М-21 (удаљеност од пута ка шуми до 10 m) у току вегетационог периода у мају 2004. године. Анализе садржаја никла (Ni), у биљном материјалу су рађене методом атомске апсорпционе спектрофотометрије у лабораторијама Природно-математичког факултета у Новом Саду.

Прикупљање узорака за проучавање садржаја никла (Ni) у земљишту, спроведено је на претходно наведеним локалитетима, на којима су отворени профили и узети узорци на фиксним дубинама и то: 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm и 20-40 cm. Основна физичка и хемијска својства земљишта као и припрема узорака земљишта за анализу урађена је у лабораторији Шумарског факултета Универзитета у Београду. Анализе садржаја и концентрације никла у земљишту урађене су методом атомске апсорпционе спектрофотометрије а "псеудо" укупан садржај никла (Ni), урађен је према UNEP-UN/ECE (UNEP-UN/ECE, 1991), у лабораторијама Природно-математичког факултета у Новом Саду.

Узорковања ваздуха, за анализу депозиције никла (Ni), спроведена су на два локалитета и то: на Иришком Венцу и на контролном локалитету. На оба локалитета су постављани седиментатори, а узорци су сваких 30 дана анализирани у лабораторији Хемијског факултета Универзитета у Београду. Постављање седиментатора вршено је у току зимског периода (децембар, јануар, фебруар) 2004-2005.год. Анализе садржаја и концентрације никла (Ni) рађене су пламеном техником AAS.

3. ОБРАДА ПОДАТАКА

У раду су приказани резултати проучавања садржаја никла (Ni), у ваздуху, земљишту, и листовима осам дрвенастих биљних врста, на деоници пута (М-21) Националног парка „Фрушка Гора“.

Добијени 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 графиконима означени истим словима не разликују се сигнификантно за ниво значајности $p = 0,05$.

Сви добијени резултати су табеларно и графички приказани.

4. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Значајан извор емисије никла (Ni), представља сагоревање угља, али то могу бити и други извори: топионице метала, шумски пожари, метеорски пепео, честице соли и спаљивање отпада.

Садржај никла у води је, углавном низак, веће концентрације нађене су у води близу индустријских области. Приликом прераде хране никл (Ni), може доспети из машина којима се храна прерађује. Употребљава се и у легурама, батеријама, за превлачење електричних материјала. Овај елемент сачињава око 0.008% земљине коре.

У ваздуху, нарочито око прометних путева Ni се јавља у повећаној концентрацији због сагоревања горива. Концентрација никла у дизелу из издувних цеви креће се од 500 до 10000 mg/l (Frey, 1967).

Загађивање ваздуха штетним растворима изазива физиолошке, анатомске и морфолошке промене на биљкама (Dässler, 1979). Бројни аутори до сада су утврдили значајно смањење приноса гајених биљака при њиховом дугогодишњем излагању већим концентрацијама штетних гасова, а у екстремним условима може доћи и до угинућа биљака.

Деловање гасовитих полутаната првенствено је усмерено на лисну површину биљке, где се одвијају најважнији животни процеси у биљци (асимилација, дисимилација, транспирација). При екстремно високим концентрацијама никла, долази до појаве некрозе на рубном делу лиске.

Подаци за испитивани магистрални пут М-21 (табела 1) указују да укупан број возила по дану износи 7001, а од тога 5647 путничких аутомобила који троше бензин и 1354 возила која троше дизел гориво. Како је мерна станица постављена у Иригу, укупан број возила прође путем Ириг-Иришки Венац, половина броја возила путем Иришки Венац-Парагово у силазу, а друга половина Парагово-Иришки Венац у узлазу, па се може претпоставити да је степен загађења тешким металима, различит, јер је број возила и задржавање различито.

Из табеле 1 може се такође, закључити тенденција повећања укупног броја возила у наредним годинама, у првом реду путничких аутомобила који користе оловни бензин. Карактеристике аутомобилског саобраћаја прате се и изучавају путем истраживања која обавља центар за путеве Нови Сад и Републичка дирекција за путеве у Београду.

На путном правцу Ириг-Иришки Венац- Парагово, постоји стална мерна станица тзв. Бројач, тако да се врше перманентна бројања возила од стране Републичке дирекције за путеве. Конкретно ови подаци о бројности возила преузети су из идејног пројекта Рехабилитације пута Иришки Венац – Рума, који је урађен тако да испуњава све услове за анализу, како са аспекта Републичке дирекције за путеве, тако и са еколошког аспекта. Из табеле 1 се, између осталог, може видети тенденција повећања укупног броја возила у наредним годинама, у првом реду путничких аутомобила који користе оловни бензин, али и возила која користе дизел гориво.

У складу са стратешким опредељењем развоја саобраћаја на испитиваном комплексу, а према Просторном плану Фрушке Горе до 2008. године, на овом делу магистралног пута, реализоваће се следеће:

- Рехабилитација постојећег коловоза од Парагова до Ирига
- Изградња обилазнице око насеља Ириг
- Изградња везе пута М-21 са обилазницом око Сремске Каменице
- Изградња треће траке за спора возила - успонска трака Ириг - Иришки Венац

Табела 1- Просечан дневни саобраћај у периоду 2004 – 2008. дела иуииа
 М-21 Ириџ-Параџово

Table 1- Average daily traffic between 2004. and 2008. on M21 Irig-Paragovo road

Година	Возила/дан						АБ				
	Укупно	РА	БУС	ЛТ	СТ	ТТ		Свега	АБ	АБ ₂	АБ ₃
						ТТ ₁	ТТ ₂				
2004	7001	5647	180	258	189	153	17	557	155	89	313
2005	7337	5929	186	266	197	159	18	582	162	81	339
2006	7656	6196	192	274	203	166	18	607	169	73	365
2007	7989	6475	197	282	211	172	19	633	176	65	392
2008	8337	6766	203	290	218	178	20	660	184	57	420

Легенда:

ПА – путнички аутомобили

БУС – аутобус

ЛТ – лака теретна возила до 3 т

СТ – теретна возила 7 т

ТТ – тешка теретна возила

ТТ₁ – тешка теретна возила са 1 осовином

ТТ₂ – тешка теретна возила са две осовине

АБ_{прик} – ауто возови са приколицом

АБ₂ – ауто возови са две осовине

АБ₃ – ауто возови са три осовине

4.1. Депозиција никла у ваздуху

Утврђено је да код биљака у близини већих градова и поред аутопутева велики део тешких метала, води порекло од аерозагађивања.

Анализа утицаја аерозагађења на биљке је значајна, јер се ти загађивачи апсорбују у живу биљну ћелију преко стома и преко кутикуле и врше директан ефекат на метаболизам (Winner, 1994). Дефиниција аерозагађења коју наводи Winner гласи: аерозагађење је промена атмосферског хемизма под утицајем људске активности, који има директне последице на здравље људи, на биљну анатомију и физиологију и тако на функцију еко-система.

Дуж пута честице се уклањају из атмосфере процесима мокре и суве депозиције, а приликом одређивања степена депозиције одређује се обично средња тотална депозиција (табела 2). Рецептори су површински слој земљишта, вегетација, површинске воде односно све површине у контакту са ваздухом.

Лебдеће честице и аеросол под утицајем земљине теже и падавина допевају у земљиште, површинске и подземне воде. Оне се таложу и на надземне органе биљака, с обзиром да лисна маса, посебно при гушћем склопу биљака, делује као филтер. Честице таложене на површину лишћа утичу на топлотни режим и фотосинтетичку активност листова. Слој чађи и прашине јаче апсорбује топлоту сунчеве радијације због чега се температура листова повећава за 2 до 4°C. Поред тога прашина (цементара, термоелектрана и др.) апсорбује фотосинтетички активну радијацију, доводи до смањења садржаја пигмената хлоропласта, утиче на број, отвореност и функцију стоминог апарата, чиме се у великој мери ремети размена гасова. Као последица свих тих промена смањује се продуктивност фотосинтезе тј. принос биљака.

Табела 2- Средња месечна шопшлална дейозиција Ni mg/m²

Table 2- Average monthly total deposition Ni mg/m²

Децембар 2004.	
Узорак	Ni mg/m ²
Врх Иришког Венца	<0,06
Споредни пут забрањен за саобраћај	<0,06
Јануар 2005.	
Узорак	Ni mg/m ²
Врх Иришког Венца	<0,06
Споредни пут забрањен за саобраћај	<0,06
Фебруар 2005.	
Узорак	Ni mg/m ²
Врх Иришког Венца	<0,06
Споредни пут забрањен за саобраћај	<0,06

Утврђено је, да код биљака у близини већих градова и поред путева велики део тешких метала, посебно никла, води порекло од аерозагађења. Значајан део тешких метала може да се одстрани са биљака прањем, пошто је контаминација претежно само површинска.

Мерења загађености ваздуха, на испитиваним локалитетима, обављено је постављањем седиментатора у току три зимска месеца, јер тада су најчешће падавине и највећа влажност ваздуха, како би се добили најтачнији резултати. Седиментатори су постављани на Иришком венцу (локалитет III) и контролном локалитету који је забрањен за саобраћај (локалитет VII). Пажљивим анализирањем добијених резултата, уочено је да су вредности за никл углавном уравнотежене. Укупна депозиција Ni из ваздуха је на испитиваном подручју занемарљива и креће се испод 006 (mg/m²), на свим испитиваним локалитетима.

4.2. Акумулација никла у земљишту

Према многим истраживањима земљиште је крајњи и најзначајнији рецептор тешких метала и има ограничен капацитет ретенције тешких метала.

Капацитет земљишта за акумулацију тешких метала је, као и код биљака, ограничен, чак и у случају есенцијалних елемената, тако да прекорачење садржаја доводи до токсичности односно фитотоксичности (Ка довић, et al., 2002).

Кад говоримо о садржају никла у земљишту, према истраживањима неких аутора укупан садржај креће се од 5-100 ppm, а у земљиштима формираним на серпентинама 500 ppm, често и до 600 ppm. (Уба вић и сар., 1994). Према Клоцкеу (1974) најчешћи садржај никла у земљишту креће се у границама 10 - 50 mg/kg⁻¹, а гранично допуштена концентрација никла у земљишту је 100 mg/kg⁻¹.

Према правилнику о дозвољеним количинама опасних и штетних материја у земљишту и води за наводњавање, МДК у земљишту за никл су до 50 mg/kg (Службени гласник РС бр 23/93).

Енергија адсорпције тешких метала у зависности од физичко – хемијских својстава земљишта је различита. Никл се у земљишту налази у органској и нео-

рганској материји. Сви узорци земљишта су алкалне реакције и рН се креће у распону од 7.67 – 8.58 у H₂O, и по правилу се повећава са дубином.

Резултати истраживања показују да садржај никла у земљишту стоји у корелацији са садржајем хумуса и глине.

Земљиште је богато хумусом, а најбогатији је површински слој 0-5 cm, а садржај хумуса се креће у распону 0.49 – 14.81 и са дубином правилно опада.

Текстурно припада иловачама, садржај укупне глине се креће у распону од 11.10 – 65.80. Земљиште је карбонатно, садржај карбоната је висок и креће се у распону 1.40 -39.10.

Најлакшег механичког састава је локалитет 2, 4 и 5 док су остали локалитети нешто тежег механичког састава.

Испитивање земљишта је извршено на седам различитих локалитета на којима се остварује различита саобраћајна фреквенција или различито задржавање аутомобила. У различитим слојевима могу се наћи различите концентрације (табела 3.)

Табела 3- Концентрација никла у земљишту по локалитетима
Table 3- Nickel concentration in soil

Локалитет Point	Дубина Depth (cm)	Ni (mg/kg)	pH		% CaCO ₃	Хумус Humus (%)	Глина+прах Silt+clay (%)
			H ₂ O	CaCl ₂			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	0-5	99	7.86	7.20	8.35	14.81	42.90
	5-10	120	8.1	7.30	10.43	4.67	50.60
	10-20	120	8.2	7.30	11.48	2.44	53.40
	20-40	140	8.3	7.32	10.85	1.68	55.20
2	0-5	42	7.80	7.15	15.44	7.18	19.50
	5-10	62	7.90	7.23	11.68	2.57	11.10
	10-20	66	8.03	7.35	12.52	4.14	15.70
	20-40	91	8.20	7.50	19.20	1.74	47.80
3	0-5	83	8.05	7.30	39.10	11.27	39.50
	5-10	120	8.24	7.43	20.16	8.60	49.30
	10-20	120	8.36	7.50	12.40	1.48	62.70
	20-40	89	8.58	7.52	12.00	0.49	65.80
4	0-5	64	7.82	6.97	11.64	8.27	30.90
	5-10	64	7.88	7.12	12.00	7.74	28.20
	10-20	73	7.9	7.20	10.90	7.66	24.10
	20-40	68	7.9	7.25	6.50	6.20	26.70
5	0-5	87	7.67	7.13	1.90	6.05	26.50
	5-10	79	7.75	7.19	1.60	3.70	21.00
	10-20	120	7.86	7.20	1.67	3.16	26.70
	20-40	150	8.06	7.18	1.40	3.34	28.40
6	0-5	95	7.78	7.22	5.17	3.40	40.20
	5-10	79	7.92	7.32	8.35	5.15	38.20
	10-20	83	8.00	7.40	7.60	6.20	40.00
	20-40	89	8.00	7.42	7.00	4.70	38.40
7	0-5	140	7.80	7.25	7.25	6.85	54.70
	5-10	150	7.87	7.32	6.23	3.86	52.90
	10-20	150	7.97	7.37	5.00	2.58	54.20
	20-40	150	7.96	7.39	5.40	1.70	50.00

Садржај никла на испитиваним локалитетима варира од 42- 150 ppm. Како му је дозвољен садржај у земљишту до 50 ppm, може се видети да на свим локалитетима овај елемент премашује садржај законом дозвољен. Садржај испод дозвољеног био је само у једном узорку на локалитету 2 у површинском слоју земљишта на дубини до 5 cm.

4.3 Садржај никла у биљкама

Познато је и да су биљке у стању да поднесу знатно веће концентрације тешких метала од животиња и људи.

Никл је по хемијским особинама сличан гвожђу и кобалту. Биљке никл усвајају у облику Ni^{2+} -јона и образује стабилне комплексе са неким органским молекулима; на пример, са цистеином и цитратом. Никл има значајну улогу и у метаболизму азота. Повећана концентрација никла негативно утиче на садржај нитрата, садржај солубилних протеина, активност нитрат-редуктазе, глутамин синтетазе и однос RuBPC/o у укупним протеинима (Ке в ре шан и сар., 1998).

Између различитих биљних врста постоје разлике у усвајању тешких метала (Guo и Маг се н е г, 1995), што зависи пре свега од њихових генетских карактеристика, од утицаја површине кореновог система и његовог капацитета за апсорпцију јона, од облика коренових излучевина и брзине евапотранспирације (Алло а у, 1995). Међутим, разлике у усвајању тешких метала постоје и код биљака исте врсте, што је последица, пре свега, другачијих едафских услова. Проучавајући утицај никла (01 mM Ni^{+2}) код биљака шећерне репе, Пе тр о ви ћ и сар. (1998) су установили да је никал утицао на повећану концентрацију азота, калцијума и мангана, а смањивао фосфор, калијум и гвожђе, док су Рі с с і н и и М а л а в о l t o (1992) установили да у корену и надземном делу биљака повећање никла повећава концентрацију азота, фосфора и калијума, а слабо утиче на концентрације калцијума и магнезијума.

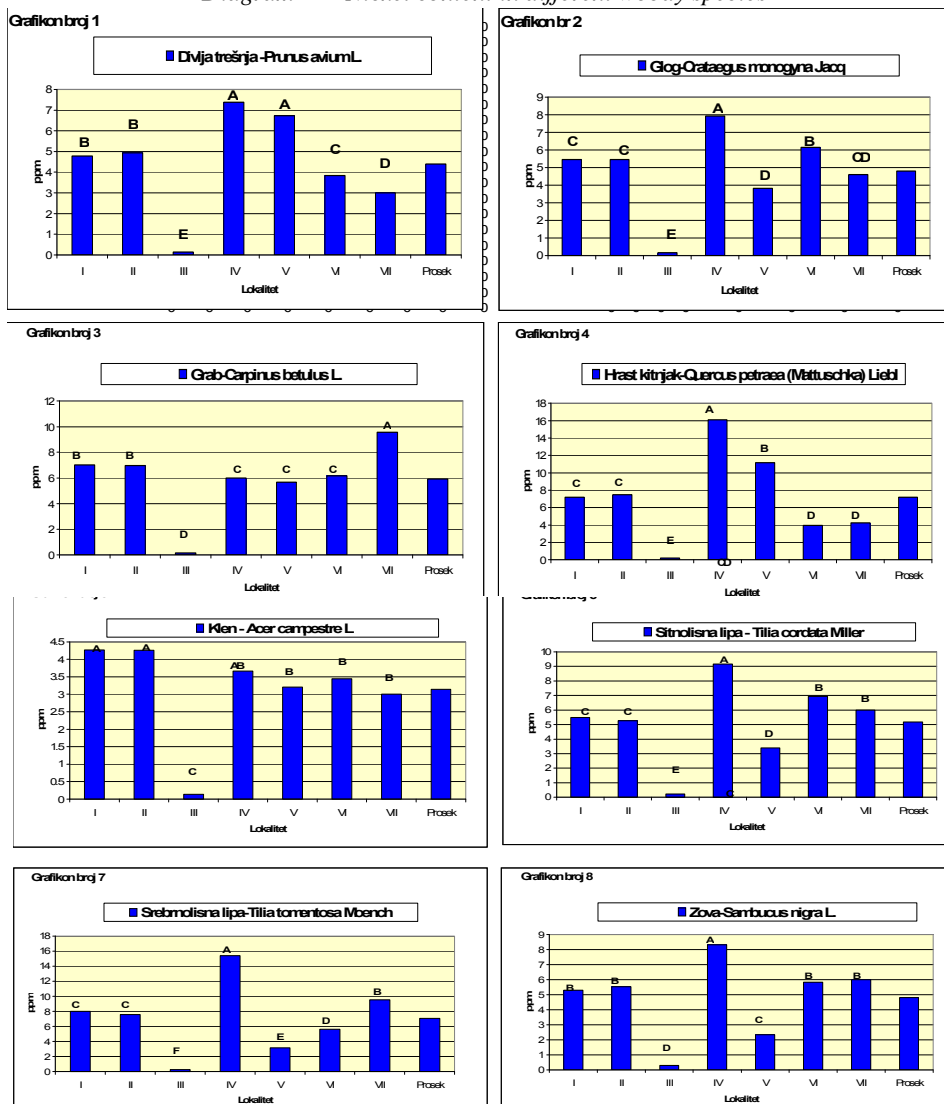
Према подацима из литературе (К а с т о р и, Пе тр о ви ћ, 1997) просечан садржај никла у биљкама креће се од 0.1 – 5.0 ppm суве материје а токсичне вредности су веће од 10 ppm суве материје, у осетљивих и више од 50 ppm код толерантних врста (Gegen das et al., 1999). Према добијеним резултатима анализе садржаја никла у дрвенастим биљним врстама можемо констатовати да оне показују различити афинитет за усвајање никла из земљишта.

Најмања концентрација никла у биљкама је на локалитету 3 односно на Иришком Венцу, што се може објаснити тиме да су земљишта на испитиваном локалитету карбонатна, богата $CaCO_3$, добро обезбеђена хумусом, садрже висок садржај глине, што условљава да се никл налази у земљишту у мало приступачном облику и доводи до закључка да се никал из атмосфере таложи на вегетативним органима биљака.

Код **храста китњака** (*Quercus petraea*) и **сребрнолисне липе** (*Tilia tomentosa*), нађене су највеће концентрације, (токсичне концентрације Ni), мада и остале испитиване врсте биљака имају значајне концентрације (графикон 1-8), али су оне много ниже од концентрације никла у земљишту на испитиваним локалитетима. Ме т о н и сар. (2001) наводе за 62 биљне врсте из 29 родова и 27 фамилија природних шума Централног Јапана

биљке које акумулирају тешке метале Mn, Cu, Zn, Cd, Co и Ni. Тако за никал наводе да врло висока концентрација никла (16 ppm) је нађено код *Sassa borealis*, а концентрацијски градијент (садржај у листу/садржај у А хоризонту) код исте биљне врсте износио је 30, што је 8 пута више у односу на биљке које мало акумулирају овај метал.

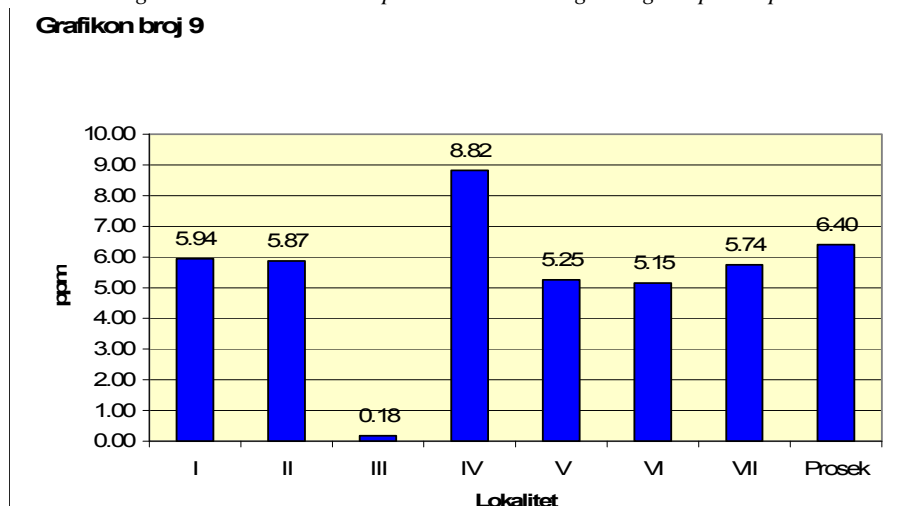
Графикон број 1-8: Садржај никла код различитих дрвенастих врста
Diagram 1-8: Nickel content in different woody species



Резултати истраживања показују да се највеће концентрације никла налазе у лишћу дрвенастих врста на локалитету број 4, односно на 500 m од Венца до Парагова где се налази кривина, због које возила успоравају и за-

државају се дуже време. Из чега се може уочити и директна узрочност концентрације никла и густине саобраћаја.

Графикон број 9- Садржај никла по локалитетима без обзира на биљну врсту
Diagram 9- Nickel content per localities disregarding the plant species



Упоређујући просечан садржај никла код свих дрвнastих биљних врста по локалитетима (графикон 9) можемо констатовати да је велики распон вредности и да се просечне вредности крећу од 0.18 до 8.82 ppm. Можемо, такође, констатовати да биљне врсте показују различит потенцијал за никл при истим станишним условима.

5. ЗАКЉУЧАК

- Нарочито је оптерећен саобраћајем улазно-силазни део пута Ириг-Иришки Венац, где се саобраћај обавља двосмерно, са по једном коловозном траком.
- Укупна депозиција Ni из ваздуха је на испитиваном подручју занемарљива и креће се испод 006 (mg/m^2).
- Садржај никла у земљишту на испитиваним локалитетима премашује МДК и варира од 42- 150 ppm.
- Просечан садржај у биљкама варира у распону од 0.18 до 8.82 ppm.
- Хиперакумулатори никла (Ni) су **храст китњак** (*Quercus petraea*) и **сребрнолисна липа** (*Tilia tomentosa*), на локалитетима са највећом густином саобраћаја.
- Најмања количина никла (Ni) пронађена је на Иришком Венцу – (локалитет број 3), у свим испитиваним врстама биљака.
- Највећа количина никла у биљкама је детектована на 500 m од Венаца до Парагова, односно на локалитету број 4.

ЛИТЕРАТУРА

- Alloway, B.J. (1995): *Heavy metals in soil*. Second ed., Blackie. Academic and Professional, Glasgow.
- Dässler, H. G. (1979): A légszennyezések hatása a növényzetre. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest (prevod).
- Frey, J., Corn, M. (1967): Physical and chemical characteristics of particulates in a diesel exhaust. American Industrial Hygienic Association Jour. 28, 468-478.
- Gerendas, J., Polacco, J., Freyermuth, K.S., Sattelmacher, B. (1999): Significance of nickel for plant growth and metabolism. J. Plant Nutr. Soil. Sci. 162, 241-256.
- Guo, Y, Marschaner, H. (1995): Uptake, distribution and binding cadmium and nickel in different plant species. J. Plant Nutr., 18, 2691-2706.
- Кадовић, Р., Кнежевић, М. (2002): Тешки метали у шумским екосистемима Србије. Шумарски факултет Универзитет у Београду. Београд, с. 278.
- Кастори, Р., Петровић, Н., Арсенијевић-Максимовић, И. (1997): Тешки метали и биљке (197-257). У: Тешки метали у животној средини. (уред. Кастори, Р.) Научни институт за ратарство и повртарство, Нови Сад.
- Kevrešan, S., Petrović, N., Popović, M., Kandrač, J. (1998): Effect of heavy metals on nitrate and protein metabolism in sugar beet. *Biologia Plantarum* 4(2), 235-240.
- Манојловић. С., Убавић. М., Богдановић, Д., Дозет, Д., (1995): Практикум из агрохемије. Пољопривредни факултет института за ратарство и повртарство. Нови Сад.
- Memon, A., Aktoprakligil, D. Özdemir, A., Vertii Tubitak, A (2001): Heavy metal accumulation and detoxification mechanisms in plants. *Turk. J. Bot.* 25,111-121..
- Petrović, N., Kastori, R., Sekulić, P., Kevrešan, S. (1998): Effect of Cr and Ni on the accumulation and distribution of mineral elements in young sugar beet plants. *Zemljište i biljka* 47, (1), 17-29.
- Пиперски, Ј., Радишић, А. (2003): Квалитет амбијенталног ваздуха: Законска регулатива ЕУ и Републике Србије. Еко конференција 2003, 24-27 септембра, Нови Сад 251-255.
- Piccini, F. D., Malavolta, E. (1992): Effect of nickel on two common bean cultivars. *J. Plant Nutr.* 15, 11, 2343-2350.
- Правилник о дозвољеним количинама опасних и штетних материја у земљишту и води за наводњавање и методама њиховог испитивања. [Службени гласник РС бр 23/93].
- Убавић. М., Дозет, Д., Богдановић, Д. (1993): Тешки метали у земљишту. Тешки метали и пестициди у земљишту, Пољопривредни факултет, Нови сад.
- UNEP-UN/ECE (1991): Interin report on cause effect relationship in forest decline.p.86, Geneva.
- Winner, W. (1994): Mechanistic analysis of plant responses to air pollution. *Ecological applications*, Vol 4(4), Ecological Society of America. Pp. 651-661.
- Woolhouse, H. W. (1983): Toxicity and tolerance in the response of plants to metals. IN: *Encyclopedia of Plant Physiol., Ne Series*, Vol. 12 C, Springer-Verlag, New York, Heidelberg, Berlin, 246-289.

NICKEL CONCENTRATION IN SOME COMPONENTS OF THE ECOSYSTEM OF THE NATIONAL PARK "FRUŠKA GORA"

*Dragica Stanković, Borivoj Krstić
Ružica Igić*

S u m m a r y

Testing and knowing the heavy metal content and accumulation in plants is very significant from ecological point of view, because heavy metals enter the food chain via plants. An element gaining more and more attention these days is nickel (Ni). It is an essential element needed for growth and iron resorption, and it is also a part of enzymes significant for normal functioning of life processes. The content of nickel in the atmosphere, soil and plant material, collected at seven chosen localities along the part of the road M-21, Irig – Iriški Venac – Paragovo in Fruška Gora National Park, as tested and shown in this paper.