

Vrbek Boris<sup>1</sup>✉, Pilaš Ivan<sup>1</sup>, Lisjak Zlatko<sup>2</sup>

## UTJECAJ EKSPLOATACIJE AMFIBOLSKIH STIJENA NA ŠUMU I TLO OKOLICE VETOVA

### *THE INFLUENCE OF AMPHIBOLITE ROCK EXPLOITATION ON FORESTS AND SOIL IN VETOVO AREA*

#### SAŽETAK

Na području Vetova, u Požeškoj županiji, dulji niz godina je obavljena eksploatacija amfibolskih stijena, a taložne tvari, nastale uslijed kopanja i mrvljenja stijena, utjecale su na okoliš kamenoloma tijekom niza decenija, sve do današnjih dana. Kako bi se istražio utjecaj kamenoloma na okolne šume, u dogovoru s Hrvatskim šumama Uprave šuma Požega, praćeno je taloženje prašine i padalina kroz 6 mjeseci tijekom 2001. godine na dvije pokusne plohe. Jedna pokusna ploha je postavljena u šumskoj zajednici hrasta kitnjaka i bukve blizu kamenoloma, a druga kao kontrola nekoliko kilometara dalje u istoj zajednici na istom tipu tla. Na oba lokaliteta tip tla je distrični kambisol, lesivirani. Na svakoj su plohi postavljena po tri lijevka. Od iona analizirani su  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SO}_4$ , Mg, Ca, K i Na. Rezultati laboratorijskih analiza uzoraka vode pokazali su veliku razliku u sadržaju  $\text{SiO}_2$  i  $\text{SO}_4$  tijekom svih mjeseci u godini. Na plohi blizu kamenoloma prisutno je bilo višestruko povećanje količine tih čestica. Prosječni pH uzoraka na plohi kod kamenoloma iznosio je 5,18 s rasponom od 3,53 do 6,21, a prosječni pH na kontrolnoj plohi je iznosio 6,77 s rasponom pH od 5,60 do 8,28. Jasno je da na sastav i pH padalina imaju utjecaja i ostale tvari koje dolaze daljinskim transportom, ali se ovdje to nije moglo razdvojiti. Papučki su amfiboliti zbog pojavljivanja dioritnog kemizma nešto „kiseliji“ i imaju 51,93%  $\text{SiO}_2$ . Uslijed povećanja  $\text{SiO}_2$  uzorci na plohi blizu kamenoloma su kiseliji u odnosu na kontrolu, a to ima utjecaja na kemizam tala tog područja i na vegetaciju obližnje šumske zajednice.

**Ključne riječi:** taloženje, kamenolom, tlo, šumska zajednica

## UVOD

### INTRODUCTION

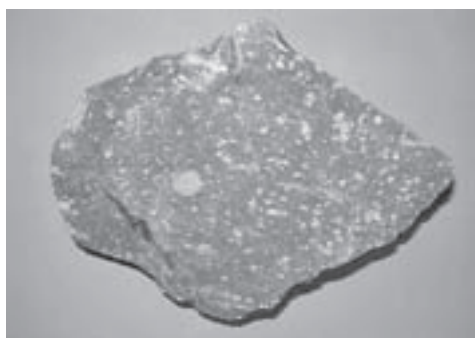
Eksploatacija mineralnih sirovina nedjeljiva je od gospodarskog razvoja nekog područja. Pojedini krajolici su teško opterećeni popratnim pojavama eksploatacije,

<sup>1</sup>✉ Šumarski institut, Jastrebarsko, Cvetno naselje 41, 10450 Jastrebarsko, e-mail: borisv@sumins.hr

<sup>2</sup> Uprava šuma Požega, Odjel za ekologiju šuma, Milke Trnine, Požega



Slika 1. Onečišćenje taložinama kod eksploatacije  
*Figure 1 Deposition during exploitation*



Slika 2. Stijena amfibolit  
*Figure 2 Amphibolite rock*

kao što je to slučaj kod Požege u blizini mjesta Vetovo. Osnovna sirovina kamenoloma u Vetovu su amfibolske stijene (Pamić i Marci 1990). Eksploatacija i drobljenje amfibolita u kamenolomu Vetovo je unutar šumskog područja, te tako direktno utječe na obližnju vegetaciju i tlo. Kada je kamenolom u prošlosti radio punom snagom, taloženje prašine bilo je vrlo intenzivno, a time i ispiranje čestica s lišća u tlo. Amfiboliti Papuka i Krndije su kiseli i sadrže oko 51,93%  $\text{SiO}_2$ . Geokemijski podaci dokazuju da amfiboliti imaju bazaltni kemizam. Starost stijena je proračunata od 421 do 658 mil g.

## MATERIJALI I METODE

### MATERIALS AND METHODS

Kako bi se ustanovila količina taložnih tvari, pristupilo se njihovom uzorkovanju metodom polietilenskih lijevaka i boca (bulkova) (Vrbek i Pilaš 2006; Vrbek i dr. 2004). Jedna pokusna ploha je postavljena u šumskoj zajednici hrasta kitnjaka i bukve blizu kamenoloma, a druga kao kontrola nekoliko kilometara dalje u istoj zajednici na istom tipu tla. Na oba lokaliteta je tip tla distrični kambisol, lesivirani. Postavljena su po tri lijevka na svakoj plohi. Iskopani su pedološki profili kako bi se tlo definiralo a uzorci analizirali. Od iona analizirani su  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SO}_4$ , Mg, Ca, K i Na. Prosječni uzorci vode iz lijevaka (suho i mokro taloženje) uzimani su dva do tri puta mjesečno, a po potrebi i češće. Nakon mjerenja menzurom, uziman je prosječni uzorak (oko 200 ml) iz tri lijevka i isti dan je poslan u laboratorij Zavoda za javno zdravstvo Požeško-slavonske županije u Požegi. Uzorkovanje i analize obavljani su tijekom 2001. godine u vegetacijskoj sezoni, pri punom pogonu kamenoloma kod Vetova.

U svim uzorcima određivana je vodljivost u mS i pH, a prosječni mjesečni uzorak je analiziran na navedene ione. Nakon jednogodišnjeg praćenja ustanovljeno je da zbog utjecaja kamenoloma postoje bitne razlike između dva istraživana staništa. Rezultati laboratorijskih analiza uzoraka vode pokazali su veliku razliku u sadržaju  $\text{SiO}_2$  i  $\text{SO}_4$  tijekom praćenog razdoblja.



Slika 3. Lijevci za praćenje taložina  
 Figure 3 Deposition samplers



Slika 4. Uzorkovanje sedimenta  
 Figure 4 Sediment sampling

## REZULTATI

### RESULTS

Višestruko povećanje čestica je uvijek bilo na plohi blizu kamenoloma, kao što se vidi iz priložene Tablice 2. Prekrivenost asimilacijskog aparata drveća i grmlja prašinom bila je prisutna u većem dijelu godine.

Prosječni pH uzoraka na plohi kod kamenoloma iznosio je 5,18 s rasponom od 3,53 do 6,21, a prosječni pH na kontrolnoj plohi je iznosio 6,77 s rasponom pH

Tablica 1. Kolmogorov-Smirnov test iona na ploham  
 Table 1 Kolmogorov-Smirnov test of ions on plots

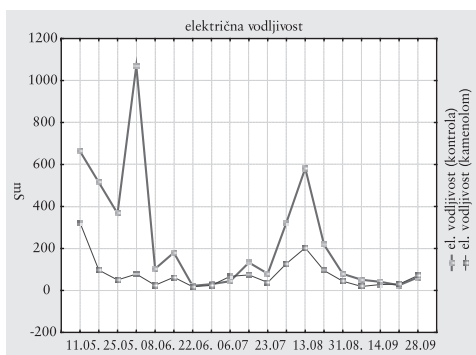
Variable	Kolmogorov-Smirnov Test (Vetovo)								
	Max Neg Differnc	Max Pos Differnc	p-level	Mean kamenolom	Mean kontrola	Std. Dev. kamenolom	Std. Dev. kontrola	Valid N kamenolom	Valid N kontrola
SiO <sub>2</sub>	0,000000	1,000000	p<.025	5,72600	0,85200	6,13355	0,40623	5	5
SO <sub>4</sub>	0,000000	0,600000	p>.10	37,88800	7,11200	49,38639	2,98553	5	5
Mg	-0,200000	0,200000	p>.10	2,58880	21,58580	1,89596	44,95669	5	5
Ca	0,000000	0,600000	p>.10	16,36540	5,77740	10,57591	3,09733	5	5
K	-0,200000	0,400000	p>.10	12,05200	9,15000	15,63765	8,48462	5	5
Na	-0,200000	0,400000	p>.10	1,49000	1,46100	1,06657	1,40185	5	5

Tablica 2. Rezultati analize suhog i mokrog taloženja na dva lokaliteta  
 Table 2 Dry and wet deposition data from two localities

Mjesec	Kamenolom (Quarry)						Kontrola (Control)					
	SiO <sub>2</sub>	SO <sub>4</sub>	Mg	Ca	K	Na	SiO <sub>2</sub>	SO <sub>4</sub>	Mg	Ca	K	Na
	mg/l						mg/l					
5	16,57	124,80	5,50	23,40	39,95	1,88	1,10	10,56	2,12	7,97	22,85	3,57
6	3,69	26,28	1,38	8,81	4,58	3,133	0,23	6,58	0,56	2,78	2,69	2,19
7	2,29	6,77	1,48	12,40	4,00	0,56	0,65	4,31	0,64	3,84	2,91	0,32
8	4,16	23,64	3,53	31,16	7,01	1,28	1,09	9,85	1,92	10,07	5,56	0,88
9	1,92	7,95	1,06	6,06	4,72	0,60	1,19	4,26	1,25	4,23	11,74	0,35

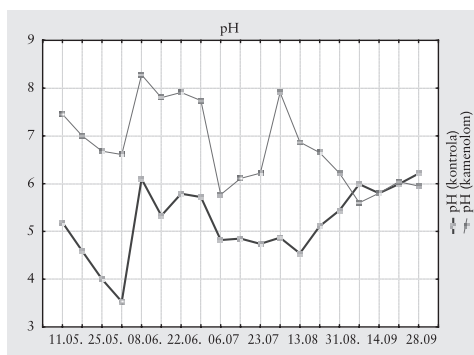
od 5,60 do 8,28. Jasno je da na sastav i pH padalina imaju utjecaja i ostale tvari koje dolaze daljinskim transportom, ali se ovdje to nije moglo razdvojiti. Papučki amfiboliti zbog pojavljivanja dioritnog kemizma

Nešto su „kiseliji“ i imaju 51,93% SiO<sub>2</sub>. Uslijed povećanja SiO<sub>2</sub> uзорci na plohi blizu kamenoloma su kiseliji u odnosu na kontrolu, a to ima utjecaja i na kemizam tala tog područja kao i na vegetaciju obližnje šumske zajednice.



Slika 5. Vodljivost uzoraka po datumima uzorkovanja

Figure 5 Conductivity of samples according to sampling date



Slika 6. Vrijednosti pH po datumima uzorkovanja

Figure 6 pH values of samples according to sampling date

## RASPRAVA

### DISCUSSION

Industrijska središta, uključujući i eksploataciju mineralnih sirovina žarišta su primarnih i sekundarnih onečišćenja, koja se, ovisno o meteorološkim prilikama zadržavaju u lokalnoj atmosferi ili se prenose na velike udaljenosti onečišćujući ne samo atmosferu nego i ekosustave naše planete. Na taj način svaki lokalni problem onečišćenja zraka može postati i globalni (Šojat i dr. 1996). Ravnoteža u atmosferi, koju stvaraju karbonati, hidrokarbonati i ugljični dioksid, uključujući i kapi vodene pare, ima graničnu vrijednost kod pH=5.6. Sve padaline ispod 5.6 računaju se kao

kisele. To ne znači da padaline koje imaju pH viši neće zakiseliti tlo. Stoga za definiranje procesa zakiseljavanja treba određivati i niz kemijskih elemenata u padalinama, kako bi se izračunala ionska bilanca na svim mjerenim područjima. Sulfati i nitrati smanjuju pH padalina. Povoljna je okolnost što se padalinama unosi više ili jednako kalcija u odnosu na sumpor i silicij a nepovoljno je to što su tla tog područja po prirodi kisela. Padaline u obliku snijega izvan vegetacijskog razdoblja nisu uzorkovane i analizirane, kao ni kiša, slana ili sl. Podaci koji su prikazani u tablicama o količini, prema tome sadrže samo dio od oko 56% tvari koje su prispjele suhim i mokrim taloženjem. Na oba lokaliteta tip tla je smeđe tlo na amfibolskim škriljercima, lesivirano. Razlike između dva lokaliteta postoje u sadržaju hranjiva, humusa i pH vrijednosti površinskih horizonata. Kako se ovdje usmjerila pažnja na istraživanje utjecaja i količine unosa taložnih tvari iz obližnjeg kamenoloma, tla su analizirana samo radi potvrde za njihovu točnu klasifikaciju. Daljnje istraživanje potrebno je usmjeriti na pedofizikalne karakteristike tala uz kamenolom ali i na udaljenijim područjima na istom matičnom supstratu. Statističkom obradom (Kolmogorov-Smirnov Test) može se sa sigurnošću utvrditi značajna razlika u taloženju SiO<sub>2</sub> između plohe kod kamenoloma i kontrolne plohe na udaljenom lokalitetu izvan utjecaja kamenoloma.

## ZAKLJUČCI

### CONCLUSIONS

Nakon jednogodišnjeg praćenja u vegetacijskoj sezoni ustanovljeno je da, zbog utjecaja kamenoloma, postoje bitne razlike između dva istraživana staništa.

Rezultati laboratorijskih analiza uzoraka vode pokazali su veliku razliku u sadržaju SiO<sub>2</sub> i SO<sub>4</sub> tijekom svih mjeseci.

Višestruko povećanje taložnih čestica uvijek je bilo na plohi u blizini kamenoloma.

Prekrivenost asimilacijskog aparata drveća i grmlja prašinom bila je prisutna u većem dijelu godine.

Prosječni pH uzoraka tekućina na plohi kod kamenoloma iznosio je 5,18 s rasponom od 3,53 do 6,21, a prosječni pH na kontrolnoj plohi je iznosio 6,77 s rasponom pH od 5,60 do 8,28.

Uslijed povećanja SiO<sub>2</sub> i SO<sub>4</sub> uzorci na plohi blizu kamenoloma su kiseliji u odnosu na kontrolu, a to ima utjecaja i na kemizam tala tog područja i na vegetaciju šumske zajednice hrasta kitnjaka i bukve.

## LITERATURA

### REFERENCES

Pamić J., March, V. 1990. Petrologija amfibolskih stijena Slavonskih planina (Sjeverna Hrvatska, Jugoslavija). Geološki vjesnik vol. 43 : 121-133.

- Šojat, V., Đuričić V., Borovečki, D., Vidič, S. 1996. Onečišćenje zraka i eksploatacije mineralnih sirovina, Znanstveno-stručni skup: zaštita prirode i okoliša i eksploatacije mineralnih sirovina, varaždin 18-21 rujna 1996. Hrvatsko ekološko društvo-ekološke monografije: 377-390.
- Vrbek, B., Pilaš, I. 2006. Atmospheric deposit: and Soil Solution Monitoring in the national Parks of Croatia, World Congress of Soil Science July 9-15, Philadelphia, Abstracts: 690.
- Vrbek, B., Pilaš, I., Šojat, V., Magdić, N. 2004. Utjecaj kiselih kiša našumu i tlo u Nacionalnom parku Plitvička jezera. Plitvički bilten br 6. Radovi N.P. Plitvička jezera: 141-154.

## THE INFLUENCE OF AMPHIBOLITE ROCK EXPLOITATION ON FORESTS AND SOIL IN VETOVO AREA

### Summary

*In the area of Vetovo in Požega county the exploitation of amphibolite rocks has been going on for a number of years, and deposited matter as a by-product of digging and grounding rock have had an impact on the quarry surroundings for some decades. To research into the influence of the quarry on the surrounding forests, in agreement with Croatian forests Ltd. Of the Forest administration Požega, the dry and wet deposition was monitored on two research plots. One of the plots was set up in the forest association of common oak and common beech near the quarry, and another as control a few kilometers further in the same association, and on the same soil type. On both localities the soil type is dystric cambisol. Three samplers were set up on each plot.  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SO}_4$ , Mg, Ca, K and Na were analysed. The results of laboratory analysis of water samples have shown differences in the concentrations of  $\text{SiO}_2$  and  $\text{SO}_4$  ions during every month of research. Multiple increase of these particles was always on the plot near the quarry. The mean pH of samples on the plot near the quarry was 5,18, with a span from 3,53 to 6,21, and the mean pH on the control plot was 6,77, with a span from 5,60 to 8,28. It is clear that the composition and pH of precipitation is influenced also by compounds brought in by long-range transport, but here it could not be separated. Amphibolites of Papuk are somewhat more "acid" due to diorite chemistry and contain 51,93% of  $\text{SiO}_2$ . Due to the increase of  $\text{SiO}_2$  the samples on the plot near the quarry are more acid in comparison with control, and that also has an impact on the soil chemistry in this area as well as the vegetation of the nearby forest associations.*

*Key words: deposition, quarry, soil, forest association*