

UDK 550.8:553.62(497.12)=863

## Murski prod kot naravni vir industrijskega kremenca The Mura Gravel Deposit as a Natural Resource of Industrial Quartz

*Jožef Škerlj*

Geološki zavod, Ljubljana, Parmova 33

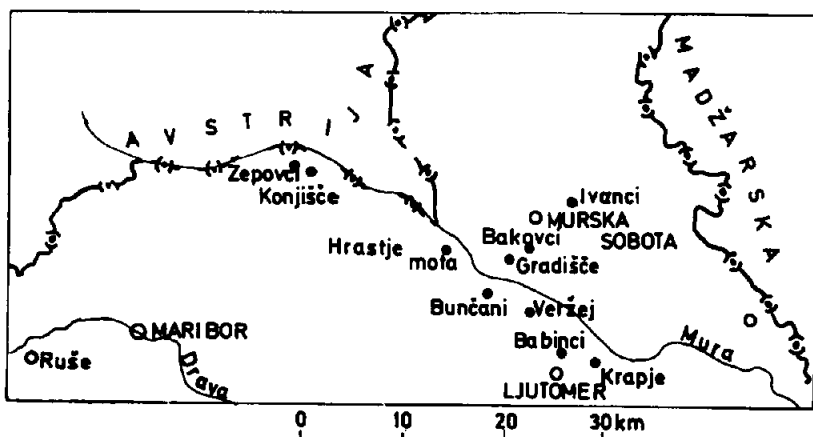
Na bregovih Mure so že dolgo pridobivali prod kot gradbeni material. Debelina prodnih naplavin je pri Konjišču 7 m in pri Babincih 16 m; to kaže, da v splošnem narašča v nizvodni smeri. V letih 1976/77 so v tovarni dušika Ruše poskusno uporabili kremenove prodnike v proizvodnji ferrosilicija. Frakcija + 30 mm murskega proda vsebuje namreč 22 do 33 utežnih procentov kremenovih prodnikov. Kemična analiza je pokazala 94,9 %  $\text{SiO}_2$  v vzorcu iz gramoznice Konjišče in 99 %  $\text{SiO}_2$  v vzorcu iz Babinec. Poprečje 19 vzorcev, vzetih v 9 gramoznicah, znaša 97,25 %  $\text{SiO}_2$  in 0,25 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Po mineralni in kemični sestavi ter tehnoloških lastnostih je murski prod pomembna industrijska surovina, posebno še, ker so njegove rezerve sorazmerno velike in je rešen tudi način pridobivanja.

Many gravel banks are being worked along the river Mura. In the past, the use of gravel was confined to construction material. The gravel deposit is 7 meters thick at Konjišče and 16 meters at Babinci. Generally its thickness increases downstream. In 1976/77 an attempt was made in the electrochemical works of Tovarna Dušika Ruše to examine the gravel composition in accordance with metallurgical standards. The particle-size over 30 mm contains 22—33 weight percent of quartz pebbles, as resulted from the size-frequency analysis. Their chemical composition varies from 94,9 %  $\text{SiO}_2$  at Konjišče to 99 %  $\text{SiO}_2$  at Babinci. The arithmetic mean of 19 samples taken from nine localities is 97,25 % of  $\text{SiO}_2$  and 0,25 % of  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . The Mura gravel appears to be an important natural resource of industrial quartz, notwithstanding that the manufacturing of ferrosilicon requires a correcting of the iron content of the quartz pebbles.

### Uvod

Na murski ravnici na številnih mestih eksploatirajo mivko, pesek in prod za gradbeni material. Naplavine vsebujejo tudi kremenove prodnike, uporabne za izdelavo ferrosilicija in kovinskega silicija. V Bakovcih pri Murski Soboti izbirajo kremenove prodnike v ta namen.

Geološki zavod Ljubljana je v letih 1976/77 v številnih gramoznicah raziskoval murske naplavine, da bi določil procentualno udeležbo kremenovih prodnikov ustrezne debeline in kemične sestave.



Sl. 1. Pregledna skica gramoznic na murski ravnici  
Fig. 1. Sketch map of the gravel pits in Mura plain

### Vzorčevanje in separiranje proda

Po ogledu več gramoznic smo za vzorčevanje izbrali lokacije, kjer so že odprti veliki eksploatacijski profili (sl. 1). Na določenih krajih smo vzeli enega ali več industrijskih vzorcev, jih na separaciji presejali, stehali in izračunali utežni odstotek frakcije  $+ 30$  mm. Iz vzorca smo ročno odbrali kremenove prodnike in tako dobili količino koristne substance na eni, ter količino jalovih heterogenih prodnikov na drugi strani. Vzorce smo jemali z bagerjem na odprtih profilih in iz že pripravljenega materiala za prodajo. Vzorčevalne profile smo kombinirali tako, da smo dobili poprečni vzorec.

Da bi ločili frakcijo  $+ 30$  mm, smo industrijske vzorce iz vseh nahajališč separirali v separacijah Babinci pri Ljutomeru (sl. 2) in Gradišče pri Murški Soboti.

### Izkoristek kremenovih prodnikov

Frakcija  $+ 30$  mm že na videz vsebuje precej kremenovih prodnikov, ki se v glavnem dobro ločijo od drugih prodnikov, sestavljenih večidel iz skrilavcev in magmatskih kamenin ter bolj redko iz apnenca.

Izkoristek kremenovih prodnikov v posameznih nahajališčih kaže tabela 1. Skupna teža vzorcev je znašala okoli 274 ton. Količina kremenovih prodnikov v frakciji  $+ 30$  mm je v posameznih nahajališčih variirala od 22,20 % (Konjišče) do 33,13 % (Krapje). Vsebina kremen v celotni teži vzorca je znašala od 4,01 % (Konjišče) do 19,12 % (Žepovci). Poprečna količina kremenovih prodnikov v celotni masi proda vseh lokacij znaša okrog 7 %. To vrednost bi mogli privzeti po sedanjih stopnji raziskav za celotno raziskano območje. Upoštevati pa je treba, da frakcija  $+ 30$  mm količinsko močno variira od nahajališča do nahajališča; to naj bi veljalo tudi za količino kremen v frakciji  $+ 30$  mm. Variabilnost materiala je brez dvoma posledica navskrižne plastovitosti, ki je značilna za ta nahajališča.



Sl. 2. Separacija proda v Babincih  
Fig. 2. Gravel dressing at Babinci village

### Kakovost kremenovih prodnikov

Določili smo kvaliteto kremenovih prodnikov samo v frakciji + 30 mm. Laboratorijsko in tehnološko so jih preiskali v tovarni dušika Ruše. Mineraloško in diferenčno termično je vzorce analizirala Erika Grobelšek, dipl. ing. Tehnološke preiskave o uporabnosti kremenena v metalurgiji pa je vodil Miha Prijatelj, dipl. ing.

Kremenovi prodniki so v posameznih lokacijah različno veliki. Prevladuje velikost 7 do 8 cm. Dosežejo pa tudi 15 do 20 cm. V glavnem so beli in sivi, redkeje rumeni zaradi prisotnosti železovih oksidov. Večji prodniki ponekod vsebujejo vključke skrilavca.

Mikroskopska slika kaže, da sestoji kremenov prod iz kvarcitolov z več ali manj primesi muskovita, sericita, gline, grafitoidne snovi, železovih oksidov in oksihidratov ter mestoma tudi pirita. Kristali kremenena so med seboj različno preraščeni in imajo okoli večjih zrn zaradi kataklaze mozaično strukturo. V vzorcih ni opazna skrilavošt. Vsi prodniki so kompaktni, trdi in neporozni.

Diferenčno termične analize kažejo reakcijo, ki je značilna za kremenovo prekrystalizacijo iz  $\beta$  v  $\alpha$  modifikacijo. Ta reakcija je vidna pri vseh krivuljah in se prav tako odraža pri ohlajanju vzorca kot eksotermna reakcija pri 573 °C.

Tabela 1. Izkoristek kremenovih prodnikov  
Table 1. Recovery of quartz pebbles

Gramoz- nica Gravel pit	Teža vzorca	Frakcija	-30 mm	Frakcija	+30 mm	Jalovina	+30 mm	Krem. prodniki	+30 mm	% kremen od celotne teže vzorca Weight percent of quartz in the gravel sample
	Weight of sample	Particle size	weight	Particle size	weight	Waste	weight	Quartz pebbles	weight	
	kg	teža	percent	teža	percent	teža	percent	teža	percent	
	kg	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	
Krapje	54525	44050	81	10475	19	7005	67	3470	33	6
Bunčani	22625	15605	69	7020	31	5002	71	2018	29	9
Verzej	20050	12810	64	7240	36	5320	73	1920	27	10
Babinci				17431		11964	60	5467	27	
Bakovci	39714	32677	82	7037	18	5448	77	1589	23	4
Gradišče	38212	28667	75	9545	25	6883	72	2662	28	7
Ivanci	23548	20318	86	3230	14	2196	78	1034	32	4
Konjišče	22830	18704	82	4126	18	3210	78	916	22	4
Žepovci	18040	5720	33	12320	68	8870	72	3450	28	19
Hrastje- Mota	18703	14623	78	4080	22	2988	73	1092	27	6

Tabela 2. Kemične analize kremenovih prodnikov  
Table 2. Chemical analyses of quartz pebbles

Gramoznica Gravel pit	Vzorec Sample	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Zar. izg. Ign. loss %
Krapje	K-1	97,8	0,15	0,66	0,015	0,035	0,051	0,41
	K-11	98,63	0,12	0,50	0,016	0,055	0,050	0,29
	K-12	97,7	0,36	0,89	0,023	0,075	0,12	0,51
	K-13	98,8	0,16	0,36	0,007	0,041	0,045	0,31
Bunčani	B-11	96,86	0,12	1,23	0,015	0,069	0,063	0,34
	B-12	97,3	0,18	1,27	0,022	0,12	0,050	0,41
	B-13	95,66	0,17	1,66	0,016	0,36	0,052	0,49
Veržej	V-2	96,00	0,47	1,52	0,065	0,13	0,15	0,57
Babinci	1	98,86	0,14	0,35	0,021	0,034	0,031	0,38
	2	99,05	0,079	0,29	0,021	0,036	0,017	0,37
	3	99,05	0,054	0,25	0,021	0,036	0,021	0,45
Bakovci	B-1	95,7	0,55	1,44	0,05	0,46	0,35	0,63
	B-2	97,0	0,41	1,20	0,04	0,13	0,078	0,48
	B-3	97,4	0,23	0,80	0,05	0,03	0,055	0,50
Ivanjci	J-1	96,0	0,30	1,29	0,03	0,09	0,096	0,56
Konjišče	K-1	94,9	0,65	1,87	0,08	0,22	0,22	0,68
Žepovci	Ž-2	96,2	0,29	1,18	0,03	0,10	0,076	0,55
Hrastje- -Mota	HM-1	98,1	0,20	0,60	0,01	0,10	0,055	0,46
	HM-2	96,9	0,32	1,19	0,058	0,07	0,146	0,53
Srednja vrednost Arithmetic mean		97,25	0,25	0,98	0,031	0,093	0,091	0,53

Iz kemičnih analiz (tabela 2) se vidi, da vsebina posameznih oksidov precej variira v različnih vzorcih. Srednja vrednost SiO<sub>2</sub> znaša 97,25 %, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pa samo 0,25 %. Te vrednosti so nekaj nižje od zahtev za proizvodnjo ferosilicija, kar pa se da korigirati z dodatkom drugih surovin. Vsebina drugih oksidov pa ustreza zahtevam. Ostale fizikalne in metalurške značilnosti so ugodne.

### Sklep

Rezerve kremenovih prodnikov v murskih prodnih naplavinah so velike in se dajo ločiti kot stranski produkt pri kopanju gramoza. Taka proizvodnja je rentabilna v nahajališčih, kjer že obstajajo separacije. Tu se kremenovi prodniki ročno odbirajo na tekočem traku iz frakcije + 30 mm. Z ročnim odbiranjem je možno doseči kvaliteto kremenca z ustreznim odstotkom SiO<sub>2</sub> za proizvodnjo ferosilicija in kovinskega silicija.