

GRANULOMETRIJSKI SASTAV ŠLJUNAKA I PIJESAKA I TEŠKI MINERALI U PIJESCIMA DRAVSKOG BAZENA OD ORMOŽA DO ĐURĐEVCA

Mato GAZAREK, Josip CRNIČKI, Vitomir PREMUR i Damir KREČ,

Institut za geotehniku Varaždin, Hinkovićeve 7, YU-42000 Varaždin.

Ključne riječi: Šljunak i pijesak, Rijeke Drava i Mura, Petrografski i mineraloški sastav, Granulometrijski sastav, Teški minerali.

Opisana je geologija kvartarnih sedimenata i rezultati petrografskih istraživanja šljunaka i pijesaka dravsko-murskog bazena. Na osnovi proučavanja uzoraka iz istražnih radova, kao i onih iz proizvodnje, određen je granulometrijski sastav iz 10 lokacija od Ormoža do Đurđevca. Obrađeni su dobiveni rezultati, a dani su i podaci o sadržini teških minerala u klasi 0,2/0,071 mm.

Key-words: Gravel and sand, Drava and Mura rivers, Petrographic and mineralogic content, Grain size distribution, Heavy minerals.

The geology of Quaternary sediments and the results of petrographic exploration of gravels and sands in the Drava and Mura rivers basins are described. Based on a study of samples from both exploration and mining production the determination of the grain size distributions for ten sites between Ormož and Đurđevac is carried out. The analysis of the heavy mineral contents show the minerals to be in the size ranges from 0.2 to 0.071 mm.

Uvod

U medimursko-varaždinskoj dolini i dravskoj nizini obavljani su brojni istražni radovi, pretežno bušenjem, s ciljem pronalazanja nafte, plina i ugljena, zatim zbog dobivanja osnovnih inženjersko-geoloških i hidrogeoloških parametara prije gradnje dravskih hidroelektrana i vodoopskrbnih sistema, te konačno zbog utvrđivanja zalihe i kvalitete šljunaka i pijesaka za potrebe građevinarstva. Dakle, podataka o nevezanim sedimentima spomenutog područja ima mnogo, ali objavljenih radova o njima, posebno o nanosu rijeke Drave, kao i Save (Crnković i Bušić, 1970), gotovo i nema. Izvještaji o istražnim radovima za potrebe građevinarstva i građevne industrije su praktično nedostupni za širu stručnu javnost. To nas je potaklo da rezultate koje smo dobili proteklih godina (izrada elaborata o sirovinjskoj bazi pojedinih lokaliteta, vođenje diplomskih radova, radovi na znanstvenoj temi i dr.) sistematiziramo u jedan opći rad koji će prikazati osnovne geološke i petrografske karakteristike šljunaka i pijesaka spomenutih regiona, granulometrijski sastav šljunaka i pijesaka pojedinih lokaliteta, kao i promjene granulometrijskog sastava od Ormoža do Đurđevca te sadržine teških minerala u pijesku pojedinih lokaliteta odnosno separacija.

Rezultati dosadašnjih geoloških i petroloških istraživanja

Na teritoriju Hrvatske rijeka Drava ima dužinu od 305 km (ukupna dužina 749 km, od čega u SFR Jugoslaviji 406 km). Do utoka rijeke Mure to je izrazito brza alpska rijeka te su na tom području taloženi krupniji šljunci. Od utoka Mure pa do Đurđevca tok je mirniji i tu su taloženi sitniji šljunci. Dalje do Osijeka prevladavaju pijesci.

Prema Babiću i dr. (1978) dubinska erozija u holocenu je slabija od bočne. Uslijed sezonske promjene vodostaja i jake bočne erozije često nastaju promjene smjera glavog rječnog toka i promjene korita rijeke. Našim ispitivanjem obuhvaćena je dužina od oko 100 km, od Ormoža prema istoku, što odgovara po Miletiću i dr. (1971) zapadnoj hidrološkoj jedinici.

Mura je također alpska rijeka i nešto je kraća od Drave (493 km). Ona svojim nanosom značajno utječe na mineraloško-petrografski sastav šljunka i pijeska u donjem toku rijeke Drave.

Mnogobrojnim istraživanjima je utvrđeno da u donjem toku rijeke Drave (od Ormoža do Đurđevca) postoje velike naslage šljunka i pijeska nastale sedimentacijom vučenog i nošenog materijala iz Alpa u doba kvartara, za vrijeme pleistocenskih interglacijala i interstadijala, te u holocenu (Šimunić i dr., 1981). Promjenom klime, odnosno otapanjem leda, velike količine klastičnog materijala glacialnog porijekla s Alpa transportirane su vodenim bujicama i taložene na ovom području. Proces se odvijao u ciklusima koji odgovaraju izmjenama ledenog i meduledenog doba, klimatskim promjenama za vrijeme ovih doba, pa i godišnjim klimatskim ciklusima. Zbog toga česte su i nepravilne litološke izmjene. Povećan broj uložaka pijeska i gline pojavljuje se primjerice istočno od Ludbrega (Miletić i dr., 1971)

Taloženi su šljunci, pijesci te sporadično gline, zavisno o uvjetima taloženja. Debljina nevezanih šljunkovito-pjeskovitih sedimenata raste od zapada prema istoku i iznosi: kod Ormoža manje od 20 m, kod Varaždina 50 m, kod Hlebina 80 m, kod Pitoča 120 m (Babić i dr., 1978). Na formiranje dubljih lokalnih depresija popunjenih sa šljunkom i pijeskom utjecalo je neotektonsko spuštanje bazena.

Prema Urumoviću (1971) najstarije tonjenje je duboki dio bazena južno od Preloga s registriranom dubinom od 148 m. Kasnije se bazen intenzivnije spuštao u zapadnom dijelu, a to je bilo praćeno taloženjem krupnijih i ispiranjem sitnijih granulacijskih frakcija. Isti autor je utvrdio da brzina spuštavanja bazena ne prelazi znatnije brzinu taloženja.

U kranjem zapadnom dijelu u podini su rhomboidea naslage, oko Varaždina podina je izgrađena od belvederskih šljunaka. Dalje prema Koprivnici javlja se ponovno zona s rhomboidea naslagama, a dalje prema istoku u podini kvartarnih šljunaka i pijesaka su belvederski šljunci.

U kvartarnom šljunku prevladavaju valutice metamorfnih i eruptivnih stijena nad valuticama sedimenta.

Prema Crnićkom (1983) odnos pijeska i šljunka u sedimentu obično iznosi između 30:70 i 55:45. U šljuncima i pijescima nanosa rijeke Drave nalaze se slijedeće količine fragmenata stijena:

gnajsi	29 do 53%
kremen, kvarcit i rožnaci (hornfels)	26 do 42%
amfibolit i porfirit	4 do 14%
vapnenci	1 do 13%
dolomiti	4 do 12%
pješčenjaci	3 do 4%

Od fragmenata stijena u pijesku prevladavaju: gnajsi, kremen, kvarcit, rožnaci (hornfels), amfibolit i porfirit, a u šljunku: kremen, kvarcit, rožnaci, vapnenac i dolomit.

Prema Šimuniću i dr. (1981) pijesak je uglavnom jednolik. U lakoj frakciji ima oko 40% kvarca, 40% čestica stijena, 12% feldspata, te karbonatnih zrna i muskovit. Količina teške frakcije je znatna i iznosi 2 do 3%. Učestalost opakih zrna i klorita je neznatna. Prozirni teški minerali su granat, epidot i amfibol, a u maloj količini se javljaju turmalin, cirkon, rutil, disten, staurolit i titanit.

Pojave zlata u pijesku rijeke Drave i Mure poznate su odavno. Postoje podaci da je zlato ispirano u dolini Drave od 1440. do 1560. godine (Marić, 1974). Često se spominje dozvola kraljice Marije Terezije dodjeljena ribarima iz Donje Dubrave da smiju ispirati zlatna zrnca iz dravskog pijeska.

Poslije 1954. godine Geološki zavod iz Zagreba (Ščavničar, 1955) obavio je prospekcijska istraživanja teških minerala u nanosima rijeke Drave. Utvrđeni su ovi minerali s gustoćom većom od 2.9: granati, cirkon, disten, rutil, staurolit, turmalin, amfibol (aktinolit), šelit, zlato, magnetit, pirit, hematit i ilmenit. Osim zlata privredno interesantni mogli bi biti cirkon i šelit. Utvrđeno je da su u istočnom dijelu istraživanog terena (D. Vidovec, Legrad, M. Bukovec) ljuskice zlata sitnije (sa srednjom dužinom od 0,3 mm), dok su uzvodno kod Trnovca u Međimurju ljuskice krupnije s dužinom do 0,5 mm pa i do 0,8 mm. Osim toga utvrđena je veća količina zlata kod međimurskog Trnovca i postupni pad koncentracije nizvodno prema Legradu. Pijesak iz svih bušotina sadržavao je zlato, ali u neekonomskim količinama (ispod 150 miligrama po toni).

Istražen je sadržaj zlata u pješćanim frakcijama šljunčara Totovec i Kuršanec (Benko, 1979). Ispitani uzorci su pokazali da je zlato prisutno u svim uzorcima. Materijal iz bušotina izrađenih 1979. godine za strojarnicu HE Donja Dubrava analiziran je na sadržaj zlata. Utvrđeno je da zlata ima u šljunku sve do sloja gline koji se nalazi u dubini od 58 m. Iako tehnika bušenja nije bila prilagođena za uzorkovanje zlata (pa se mora računati sa znatnim gubitkom zlatnih ljuskica u samoj bušotini) dobiveni su interesantni rezultati, iako neekonomskog značaja.

Proučavajući artefakte s arheološkog nalazišta Kameni Vrh kod Lepoglave Crnićki (1985) je utvrdio da su šljunci rijeke Drave izvorište artefakata. Izgleda da su se već u kamenom dobu specijalizirali za traženje, vadenje, obradu i prodaju ili razmjenu korisnog kamenog materijala u koritu Drave. Da li te ljude možemo smatrati prvim geolozima i rudarima a njihovu djelatnost kao početak povijesti rudarstva u varaždinskom kraju?

Na kraju treba naglasiti da šljunčani nanosi u dolini Drave predstavljaju kolektor podzemnih voda velikih dimenzija sa specifičnim hidrološkim karakteristikama.

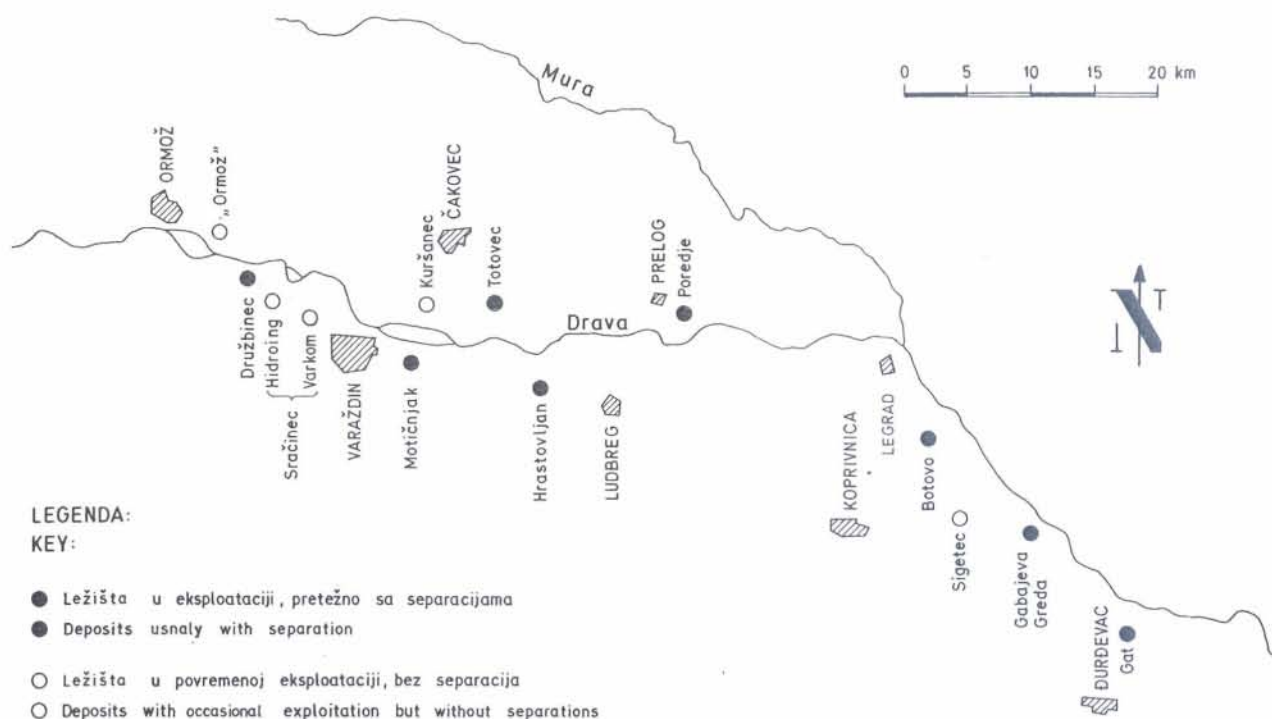
Granulometrijski sastav šljunaka i pijesaka

Ispitivanja granulometrijskog sastava odnose se na šljunke i pijeske iz 10 lokaliteta: Ormož, Družbinac, Sračinec (HIDROING i VARKOM), Motičnjak, Hrastovljan, Poređe, Botovo, Gabajeva Greda i Gat. Na svim ovim lokalitetima obavlja se stalno ili povremeno eksploatacija šljunka i pijeska (sl. 1). Godišnja proizvodnja šljunka i pijeska iznosi oko 2 mil. t/a. Nazivi šljunak i pijesak uzeti su prema internacionalnoj AC klasifikaciji. Obzirom da je sadržina praha i gline, tj. zastupljenost frakcija -0,06 mm neznatna, nazivamo vućeni nanos (nekoherentne sedimente) kao šljunak i pijesak.

Na slici 1 prikazani su lokaliteti (nalazišta) koji su obrađeni u ovom radu. Tabela 1 i slika 2 prikazuju granulometrijske sastave nanosa pojedinih lokaliteta. Osim što su dani podaci o zastupljenosti mase pojedinih klasa, dani su i podaci za koju moćnost sedimenta se pojedina analiza odnosi kao i izvori podataka. U granulometrijskim analizama iz studija o rezervama šljunka i pijeska mase pojedinih klasa su ponderirane vrijednosti iz više bušotina. Znatan broj granulometrijskih analiza učinili smo na uzorcima koje smo uzeli iz proizvodnje (vlastite analize). Neke analize su učinjenje na osnovi podataka o masama proizvedenih frakcija kroz duže vremensko razdoblje (npr. Gabajeva Greda).

Obrada uzoraka i način određivanja granulometrijskog sastava

Većina uzoraka je podvrgnuta analizi granulometrijskog sastava u laboratorijima Instituta za geotehniku u Varaždinu. Uzorci su pripremani za analizu tako da su razmuljeni, te je iza toga obavljeno mokro sisanje na situ otvora 0,063 mm. Zatim su prosjev (-0,063 mm) i odsjev (+0,063 mm) osušeni i izvagani. Prikazani rezultati analiza na tabeli 1 odnose se na prosječne vrijednosti po čitavoj dubini bušotine, odnosno po čitavoj dubini eksploatacije.



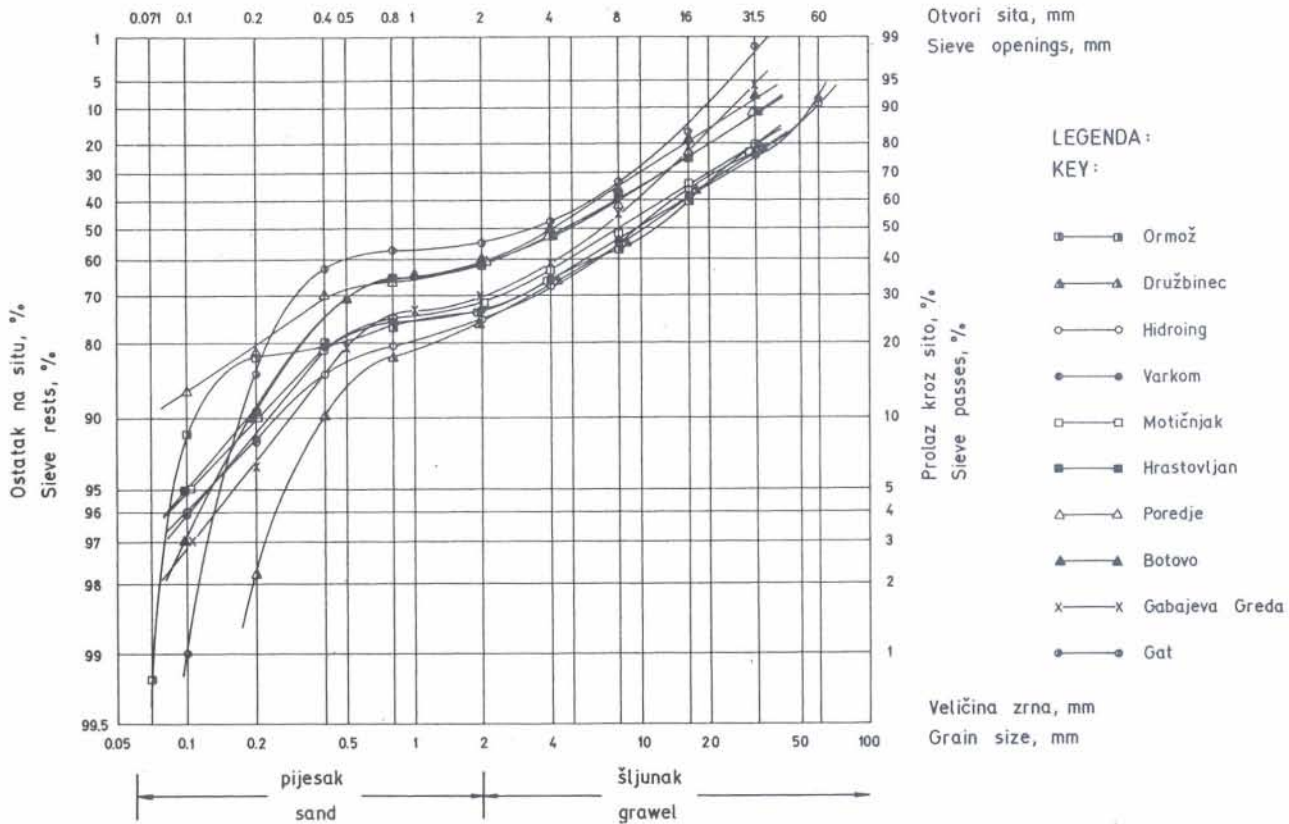
Sl. 1. Ležišta šljunka i pijeska uz rijeku Dravu od Ormoža do Durdevca.

Fig. 1. Deposits of grawels and sands along the Drava river between Ormož and Durdevac.

TABELA 1.

GRANULOMETRIJSKI SASTAV 10 LOKALITETA SEDIMENTA DRAVSKOG BAZENA OD ORMOŽA DO ĐURDEVCA
 GRAIN SIZE DISTRIBUTION OF SEDIMENTS AT 10 SITES ALONG DRAVA RIVER BASIN FROM ORMOŽ TO ĐURDEVAC

LOKALITET SITE	K L A S A (C L A S S), mm					UKUPNO TOTAL %	DUBINA DOBIVANJA ILI DUBINA BUŠOTINE DEPTH OF PRODUCTION OR BOREHOLE DEPTH	IZVOR PODATAKA REFERENCE
	+31,5 %	31,5/16 %	16/8 %	8/4 %	-4 %			
Ormož	22,9	20,1	14,5	8,3	34,2	100,0	6 m. ekpl. bagerom dredging	Vlastita analiza (1988) Author's analysis
Družbinec	25,0	14,5	14,5	11,9	34,1	100,0	6 m. ekpl. bagerom dredging	Vlastita analiza (1988) Author's analysis
Sračinec, HIDROING	21,0	14,0	20,0	13,0	32,0	100,0	20 m, bušotina borehole	Crnički i dr. (1981)
Sračinec, VARKOM	25,0	15,0	15,0	11,0	34,0	100,0	20 m, buš., 10 m buš. boreholes	Crnički i dr. (1981)
Motičnjak	22,0	15,0	15,0	11,0	37,0	100,0	40 m, bušotina borehols	Crnički i dr. (1981)
Hrastovljan	11,4	14,8	14,7	11,7	47,4	100,0	20 m, bušotina boreholes	Vlastita analiza (1984) Author's analysis
Poredje	12,0	14,0	16,0	12,0	46,0	100,0	15 m, bušotina boreholes	Božić (1986)
Botovo	20,1	15,0	19,4	13,7	31,8	100,0	20 m, ekpl. plov. bager barging	Vlastita analiza (1985) Author's analysis
Gabajeva Greda	6,2	19,5	19,4	17,7	37,2	100,0	16 m, ekpl. plov. bager barging	Vlastita analiza (1985) Author's analysis
	7,4	18,7	25,8	12,3	35,8	100,0	4 mj. iz proizvod. 1984-1985 4 averae samples	Proizvod. podaci »Bilokal.«
	0,0	7,0	15,0	13,0	68,0	100,0	16 m, ekpl.-deponija stockpile	Zobundija (1978) Author's analysis
Gat	5,9	13,5	16,8	12,5	51,3	100,0	20 m, bušotine boreholes	Božić i Krklec (1988)
	1,4	15,3	17,2	14,4	51,7	100,0	20 m, ekpl. skreperom bucketline dredging	Vlastita analiza (1985) Author's analysis
	1,1	1,7	10,6	12,2	74,4	100,0	60 m, bušotine boreholes	Vincek i dr. (1978)



Sl. 2. Granulometrijski sastav šljunaka i pijesaka na nalazištima uz rijeku Dravu od Ormoža do Đurđevca.

Fig. 2. Grain size distribution of gravels and sands deposited along the Drava river between Ormož and Đurđevac.

Granulometrijski sastav odsjeva iz pripreme uzorka (+0,063 mm) određen je suhim sijanjem mehaničkim potresanjem (tresilica) na sitima promjera 200 mm. Rad tresilice, tj. vrijeme sijanja, iznosilo je 3 minute. Vaganjem je utvrđena masa ostatka na pojedinim sitima.

Granulometrijski sastav prosjeva iz pripreme uzorka (−0,063 mm) određen je metodom areometriranja po Casagrande-u.

Analiza rezultata određivanja granulometrijskog sastava

Poteškoće određivanja granulometrijskog sastava sedimenata nekog velikog bazena proizlaze iz dvije vrste faktora: prostorni uvjeti nastanka sedimenata i mogućnosti uzimanja reprezentativnih uzoraka. Pri tome razmatranju isključujemo sedimentno-petrografsku analizu, jer je istraživanje obavljeno na prealom broju lokaliteta a da bi se mogao utvrditi mehanizam sedimentacije i oblici sedimentnih tijela, koja su nastala u određenim uvjetima trošenja, transporta i taloženja u bazenu. Prostorni uvjeti nastanka sedimenata bili bi: promjena protoka voda, ishodišni reljef kao prostor za sedimentaciju, promjena matičnog toka Drave kao i visinske razlike pojedinih dijelova bazena (što utječe na brzinu protoka). Rezultati ovih uvjeta vide se iz profila bušotina, odnosno raznolikosti granulometrijskog sastava sedimenata izraženih lokacijom i dubinom bušotina. Pri tome valja napomenuti da se obrađivani lokali-

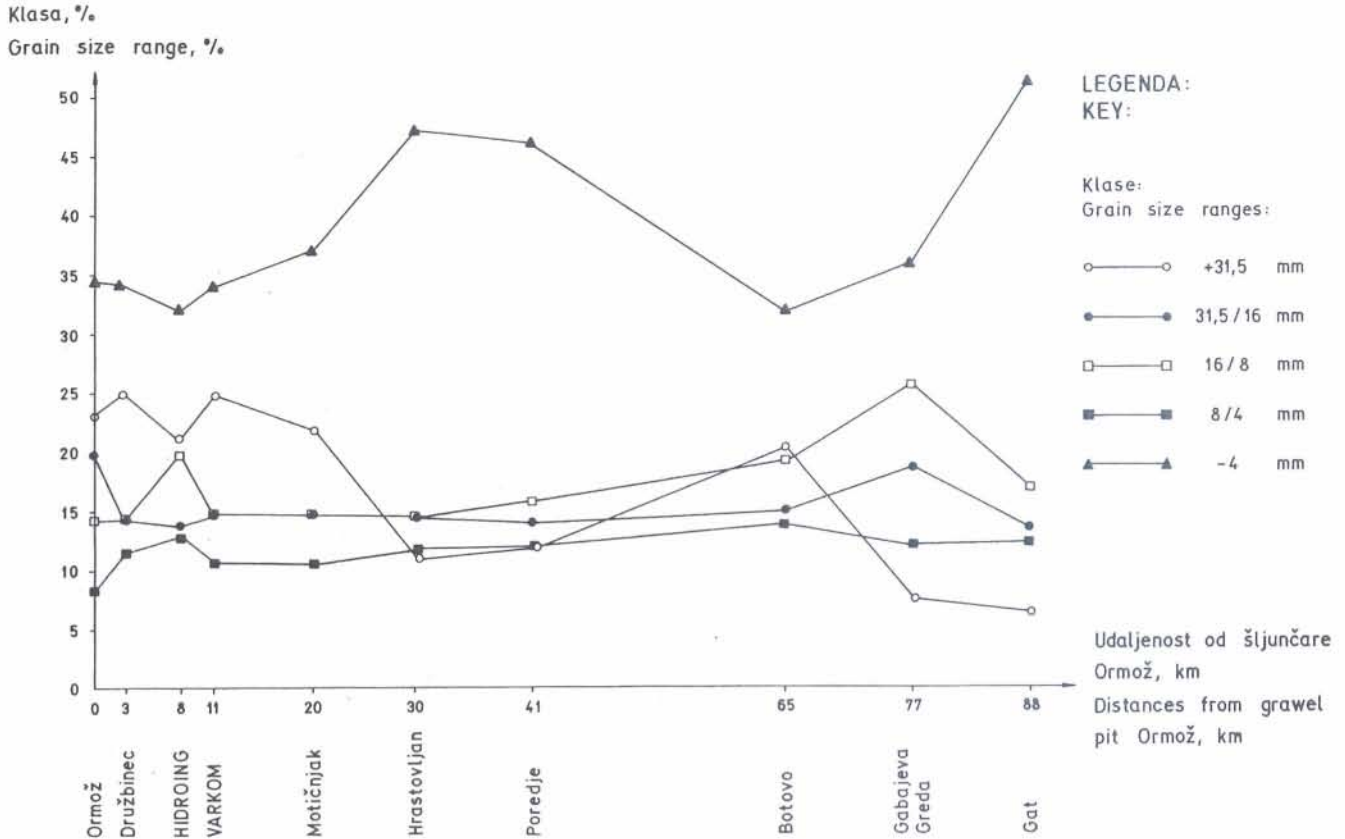
teti nalaze uz današnji tok Drave. Jedino su lokaliteti oko Sračinca (šljunčare VARKOM i HIDROING) udaljene oko 5 km, te šljunčara Gat oko 8 km od korita Drave.

Na slici 3 prikazana je promjena granulometrijskog sastava sedimenata uz rijeku Dravu od Ormoža do Đurđevca. U razmatranje su uzete klase: +31,5, 31,5/16, 16/8, 8/4 i −4 mm, koje su propisane u građevinarstvu i industriji građevinskog materijala. Iako smo već naglasili da je rez između šljunka i pijeska 2 mm, ipak smo u našim analizama za najsitniju klasu uzeli −4 mm, jer se ta klasa u praksi uzima kao pijesak.

Iz slike 3 jasno proizlazi da od Ormoža do Đurđevca rapidno opada klasa +31,5 mm. Te klase u nalazištima od Ormoža do Motičnjaka ima između 20 i 25%. U uzorcima iz Ormoža i Sračinca (HIDROING i VARKOM) ima valutica većih od 50 mm, odnosno 60 mm, čak oko 10%. U nalazištu Hrastovljani smanjuje se učešće klase +31,5 mm na otprilike 12%, koliko je ima i u Poredju.

Zastupljenost klase 31,5/16, 16/8 i 8/4 mm je za čitav potez gotovo istovjetna, izuzevši Ormož gdje je klasa 31,5/16 mm (krupna klasa) znatnije zastupljena i Gabajeva Greda u kojoj je pak klasa 16/8 mm obilnija (srednja klasa). Za ostale lokalitete učešće klase 31,5/16 mm iznosi oko 15%, klase 16/8 mm oko 15%, te klase 8/4 mm oko 12%.

Značajnija promjena vidi se u zastupljenosti klase −4 mm (tzv. pijesak). Na početku je njegovo učešće do Motičnjaka 34 do 37% (izuzevši HIDROING s



Sl. 3. Promjena granulometrijskog sastava sedimenata uz Dravu od Ormoža do Durdevca.

Fig. 3. Changes of grain size distribution of the sediments along the Drava river between Ormož and Durdevac.

32%) da bi kasnije naraslo u Hrastovljanu i Poređu na oko 47%. U Botovu i Gabajevoj Gredi se najčešće te klase smanjuju na račun povećanog učešća srednjih klasa, a u Gat u iznosi preko 50% (za bušotine do 60 m čak oko 75%).

Promatranjem toka krivulja na slici 3 proizlazi da na dionici od Ormoža do Hrastovljana prevladava krupni šljunak, da su varijacije klasa znatne, i da su to sedimenti još relativno brze planinske rijeke. Između Motičnjaka i Hrastovljana počinje Drava biti nizinska rijeka i sedimenti imaju ravnomjernu zastupljenost klasa. Tu manjkaju podaci za situaciju oko Legrada, gdje se neposredno iza toga u Dravu ulijeva Mura. Utjecaj nanosa što ga donosi Mura na ukupni granulometrijski sastav očituje se u Botovu, a još značajnije u Gabajevoj Gredi. Tu su srednje klase šljunka pojačano zastupljene. U Gat u situacija drugačija: klasa +31,5 mm se znatno smanjuje, srednje klase imaju uobičajene vrijednosti, dok se klasa pijeska -4 mm znatno povećava. Možda je zastupljenost pijeska u Gat u veća i zbog njegove nešto veće udaljenosti (8 km) od matice Drave.

Generalno se za čitavo promatrano područje može zaključiti da klase 31,5/16, 16/8 i 8/4 mm imaju jednakomjerno učešće, kako pojedinačno, tako i ukupno.

Određivanje sadržine teških minerala

Na Dravi je od davnine bilo poznato ispiranje zlata. Da bi se utvrdila sadržina zlata u nanosu rijeke učinjeni su 1955. godine značajni istražni radovi o čemu izvještava Šćavničar (1955). Izvještaj pokušaj utvrđivanja teških minerala u šljunku i mulju šljunčare Botovo, te šljunku Gabajeve Grede, učinjen je 1979. godine («Bilokalnik», 1979). Preliminarna istraživanja dobivanja koncentrata teških minerala i plemenitih metala izveo je Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih sirovina iz Beograda gravitacijskim postupkom na svom poluindustrijskom postrojenju. Iskorištenje mase ulaza u koncentrat iznosilo je za šljunak iz Botovo 0,73%, za mulj iz separacije Botova 0,25%, a za šljunak iz Gabajeve Grede 1%. Granulometrijska i mineralna analiza koncentrata nije dana. Podatke o sadržini teških minerala nalazimo u brojnim izvještajima i elaboratima koji prikazuju sirovinsku bazu pojedinih lokaliteta (Crnićki i dr., 1981; Crnićki, 1985; Božić, 1986; Božić i Krklec, 1988). U elaboratu o sirovinskoj bazi nalazišta Gat (Božić i Krklec, 1988) navodi se da mineralnih zrna (piroksemi, granati, epitot i cirkon) ima najviše u klasama 0,5/0,25 i 0,25/0,125 mm. Sadržina tih minerala izražena je u postocima broja zrna klase u uzorku klase. U uzorku »B« ih ima najviše te iznose za klasu 0,5/0,25 mm 19,2%, a za klasu 0,25/0,125 mm

20,8% zrna. U elaboratu o sirovinskoj bazi lokaliteta Motičnjak (Crnički, 1985) zastupljenost zrna spomenutih minerala je znatno manja. Značajni prilog poznavanju teške frakcije u dravskim sedimentima dala je Mutić (1989). Proučavajući sedimente u istočnoj Slavoniji utvrdila je da u naslagama Dravske potoline dominiraju minerali iz metamorfnog kompleksa stijena niskog i visokog stupnja metamorfizma, zatim su prisutni minerali iz starijih klastičnih stijena i piroklastita. Vrlo slab priliv je bio karbonatnih i magmatskih stijena. Izvorište minerala bile su Centralne Alpe, zatim metamorfni masivi Pohorja i Kozjaka.

Uzimanje uzoraka i određivanje zastupljenosti teških minerala

Prema Božiću i Krklec (1988), kao i iz preliminarnih ispitivanja sadržine teških minerala nalazišta Gabajeva Greda ustanovljeno je da se teški minerali nalaze pretežno u klasi 0,2/0,071 mm. Sitni pijesak se može dobiti u znatnijim količinama, a tako je i dobiven, bilo kao prosjev sita za odmuljivanje tek iskopanog šljunka, ili iz preljeva spiralnih klasifikatora pri odvodnjavanju pijeska klase -4 mm. Uzorci su uzimani kroz nekoliko dana u određenim vremenskim razmacima presjecanjem preljeva klasifikatora ili prosjeva sita za odmuljivanje. Teški minerali odjeljeni su korištenjem bromoforma gustoće 2,88 g/cm³.

Rezultati analiza

Tabela 2 prikazuje zastupljenost teških minerala za klasu 0,2/0,071 mm za sve lokalitete osim Gabajeve Grede za koju su analizirane zastupljenosti teških minerala preljeva klasifikatora klase +0,125 mm, -0,125 mm preljeva, te također iz »pijeska« klasifikatora, kao i njegovih klasa +0,25 mm i -0,25 mm. Za nalazište Družbinac je učinjena analiza za klasu 0,5/0,2 mm i dobivena sadržina od 10,01% teških minerala.

TABELA 2

SADRŽINE TEŠKIH MINERALA U PIJESKU CONTENT OF HEAVY MINERALS IN THE SAND FRACTION

LOKACIJA (nalazište) SITE	KLASA PIJESKA, mm SAND CLASS, mm	MASA TEŠKIH MINERALA, % WEIGHT OF HEAVY MINERALS, %
Ormož	0,2/0,071	19,29
Družbinac	0,2/0,071 0,5/0,2	18,17 10,01
Motičnjak	0,2/0,071	7,52
Hrastovljan	0,2/0,071	4,35
Botovo	0,2/0,071	5,83
Gabajeva Greda	ukupno preljev - total overflow	
	- 0,125	19,60
	+ 0,125	19,80
	19,40	
	ukupno pijesak - total sand	
	- 0,25	9,90
	+ 0,25	17,30
	2,70	
Gat	0,2/0,071	16,01

Iz tabele 2 su vidljive znatne varijacije u sadržini teških minerala za klasu 0,2/0,071 mm od Ormoža do Durđevca, iako su svi uzorci za ispitivanje uzeti iz dnevne proizvodnje šljunka i pijeska. Varijacije su vezane za stvarno učešće teških minerala u lokalitetu zahvaćenom eksploatacijom, kao i za mjesto na kom su uzimani uzorci.

Tipično je da u pijesku Motičnjaka, Hrastovljana i Botova ima daleko manje teških minerala, jer su uzorci uzeti iz preljeva spiralnog klasifikatora pri odvodnjavanju komercijalnog pijeska, tj. klase -4 mm, na kraju tehnološkog procesa oplemenjivanja. Teški minerali su mogli biti iscjedeni iz posude plovnog bagera, te su konačno zbog svoje gustoće mogli sedimentirati u pijesak spiralnog klasifikatora. Točnija sadržina teških minerala za te lokalitete bi se mogla dobiti uzimanjem uzoraka prosjeva sita za odmuljivanje na plovnim bagerima, te još i analizom »pijeska« spiralnih klasifikatora. To potvrđuje i rezultat iz Motičnjaka, gdje manjka analiza »pijeska« spiralnog klasifikatora. Jednako to vrijedi i za Gat u kojem, iako je tehnološko mjesto uzimanja uzoraka bilo slično kao u Motičnjaku, ima znatno više teških minerala. Pijesci Ormoža, Družbinca i Gabajeve Grede pokazuju slične sadržine teških minerala, iako je u Gabajevoj Gredi uzet uzorak za ispitivanje također na koncu tehnološkog procesa. Pri tom se može pretpostaviti da u lokalitetu Gabajeva Greda ima znatno više teških minerala nego u drugim lokalitetima. Čak u klasi -0,25 mm »pijeska« klasifikatora ima 17,3% teških minerala, odnosno u pijesku 9,9%!

Rezultati se mogu uzeti kao preliminarni, jer uzorci nisu uzeti pod jednakim uvjetima i što nije analizirana klasa - 0,071 mm, klasa 0,5/0,2 mm preljeva te adekvatne klase »pijeska«. Svršishodno bi bilo uzimati još i uzorke iz prosjeva sita za odmuljivanje na plovnim bagerima.

Zaključak

U regiji uz rijeku Dravu na potezu od Ormoža do Durđevca godišnje se eksploatira oko 2 miliona tona šljunka i pijeska. Po svom petrografskom i mineraloškom sastavu šljunci imaju porijeklo pretežno u metamorfoziranom predjelima Alpa, a manjim dijelom potječu iz karbonatnih masiva. Od fragmenata stijena u pijescima su također najčešće čestice metamorfnog porijekla, te kvarc iz različitih mogućih ishodišta.

Granulometrijski sastav sedimenata bazena znatno varira iako udaljenost od Ormoža do Durđevca iznosi oko 100 km.

Oplemenjivačka aproksimacija ležišta bila bi slična klasirnom žljebu smještenom pod nekim nagibom. Zavisno od udaljenosti od ulaza, nagiba žljeba i količine vode u toku dolazi do klasirnog efekta.

Valjanje materijala u sedimentnom putu od Ormoža do Durđevca može se usporediti s mlinom za autogeno mljevenje. Pri tom su klase 31,5/16 mm, 16/8 mm i 8/4 mm na čitavom putu manje ili više u konstantnom postotku dok do povećanja količine pijeska dolazi valjanjem šljunka (autogeno mljevenje) pri čemu se smanjuje klasa +31,5 mm. Tok

granulometrijskih krivulja za sve lokalitete je sličan i pretstavlja rezultat prirodnog sitnjenja materijala.

Teški minerali su koncentrirani pretežno u klasi -0,5 mm. Njihova zastupljenost u klasi 0,2/0,071 mm dostiže gotovo 20% mase od klase (Ormož i Gabajeva Greda). Ispitivanja u tom pravcu se nastavljaju.

Primljeno: 19. I. 1990.

Prihvaćeno: 4. VI. 1990.

LITERATURA

- Babić, Ž., Čakarun, I., Sokač, A. i Mraz, J. (1978): O geologiji kvartarnih naslaga porječja rijeke Drave. *Geološki vjesnik*, 30/1, 43–61, Zagreb.
- Benko, L. (1980): O zlatu u šljuncima rijeke Drave. Arhiv dokumenata GK Međimurje, Čakovec.
- Božić, B. (1986): Studija o sirovinskoj osnovi ležišta šljunka Poređe kod Preloga. Arhiv Instituta za geotehniku, Varaždin.
- Božić, B. i Krklec, N. (1988): Studija o rezervama šljunka u šljunčari Gat – Preložnički berek kod Đurđevca. Arhiv Instituta za geotehniku, Varaždin.
- Crnički, (1983): Mineralne sirovine varaždinske regije i njihovo privredno značenje. Varaždinski zbornik 1181–1981, Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti, 75–85, Zagreb.
- Crnički, J. (1985): Petrografski opis artefakata s nalazišta Kemini Vrh kod Lepoglave. Godišnjak Gradskog muzeja Varaždin, Knj. 7, 81–85, Varaždin.
- Crnički, J. (1985): Studija o rezervama šljunka u šljunčari Motičnjak, općina Varaždin. Arhiv Instituta za geotehniku, Varaždin.
- Crnički, J., Levačić, E. i Krklec, N. (1981): Studija o rezervama šljunka u šljunčari »Hidroing« kod Sračinca. Arhiv Instituta za geotehniku, Varaždin.
- Crnički, J., Levačić, E. i Krklec, N. (1982): Studija o rezervama šljunka u šljunčari »Varkom« kod Sračinca. Arhiv Instituta za geotehniku, Varaždin.
- Crnković, B. i Bušić, M. (1970): Mineraloško–petrografski sastav nanosa rijeke Save. Zbornik radova Rudarsko–geološko–naftnog fakulteta, 133–140, Zagreb.
- Kralj, V., Turina, G. i Bužić, V. (1976): Studija o ispitivanju šljunka na šljunčari Gat kod Đurđevca. Arhiv školskog centra za obrazovanje naftnih, geoloških, rudarskih i metalških kadrova, Varaždin.
- Marić, L. (1974): Minerali, stijene i rudna ležišta u našoj zemlji od prehistorije do danas. Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti, str. 342, Zagreb.
- Miletić, P., Urumović, K. i Capar, A. (1971): Hidrogeologija prvog vodonosnog horizonta porječja Drave na području Hrvatske. *Geološki vjesnik*, 24, 149–154, Zagreb.
- Mutić, R. (1989): Korelacija kvartara istočne Slavonije na osnovi podataka mineraloško–petrografskih analiza, dio I: Dravska potolina. *Acta geologica JAZU*, Vol. 19, br. 1. 1–60.
- Ščavničar, B. (1955): Izvještaj o istražnim radovima na zlato u starim nanosima rijeke Drave. Arhiv dokumenata Geološkog zavoda 2606, Zagreb.
- Šimunić, An., Pikija, M., Hećimović, I. i Šimunić, Al. (1981): Tumač osnovne geološke karte SFRJ za list Varaždin. Savezni geološki zavod, str. 75, Beograd.
- Štrajher, M. i Despotović, Lj. (1984): Izvještaj o ispitivanju agregata nalazišta Gabajeva Greda. Arhiv Građevinskog instituta AG 184–188/84, Zagreb.
- Trkmić, H. (1984): Pogodnost dravskog šljunka iz nalazišta Gabajeva Greda za izradu donjeg (tamponskog) sloja. Arhiv Građevinskog instituta, RN 2741–1210142/84, Zagreb.
- Urumović, K. (1971): O kvartarnom vodonosnom kompleksu u području Varaždina. *Geološki vjesnik*, 24, 183–188, Zagreb.
- Vincek, R., Rehak–Korlaet, N. i Štrajher, M. (1976): Istraživanje vodonosnih šljunčano–pješčanih naslaga u Đurđevcu. Arhiv Građevinskog instituta br. 03–37/76, Zagreb.
- Zobundija, I. (1978): Iskorištavanje ležišta Gat kraj Đurđevca te mogućnost primjene šljunka i pijeska u industriji i građevinarstvu. Arhiv poduzeća »Podravina«, Đurđevac.
- * * * (1979): Izvještaj o ispitivanju šljunka na sadržaj teških minerala. Arhiv RO »Bilokalnik«, Koprivnica.

Grain Size Distribution of Gravels, Sands and Heavy Minerals in the Sands of the Drava River Basin between Ormož and Đurđevac

M. Gazarek, J. Crnički, V. Premur and D. Kreč

In the area stretching along the Drava river between Ormož and Đurđevac some 2 mil. tons of gravel and sand used in building industries are excavated yearly. The petrographic and mineralogic contents of the gravels mainly derive from the metamorphic rocks in the Alps, and to a lesser extent from the carbonate rocks. Sands most often have metamorphic particles, but quartz originates from various sites.

The grain size distributions of the sedimentary basin vary significantly in spite of the distance between Ormož and Đurđevac being around a hundred kilometres. Based on this it may be said that the Drava at Varaždin is a fast moving mountain river with predominantly coarse gravels and significant quantities of different classes. Behind Varaždin the river turns into a lowland river with the sediments showing more regular class contents.

The influence of the Mura river is best seen in Botovo where the content of medium grain gravels is increased.

The processing approximation of the sediments is similar to a classified groove under certain inclination. Based on the distance from the enter, groove inclination and water quantity of the river flow a class–type effect occurs with coarse grains being sedimented closer to the enter; their content decreases with distance from the enter.

The rolling of the material in the sediments between Ormož and Đurđevac can be compared to the autogenous grinding mill. The classes 31.5/16 mm, 16/8 mm and 8/4 mm appear more or less with a constant ratio along the whole stretch. Sand quantity increases due to rolling of gravels (autogenous grinding) with significant increase of the classes -4 mm instead of +31.5 mm. The paths of grain size distributions for all sites are similar and is a result of natural fragmentation.

People have for long washed out gold in the Drava river. Prospecting for gold and heavy minerals and their quantities in the river has been carried out not so long ago, but only at certain sites. Regularities in changes of heavy minerals occurrence between Ormož and Đurđevac have been established by work.

During previous works it has been found out that heavy minerals are concentrated in class 0.5 mm. At sites where separation works are carried out, products having concentrated fine sands were tested and divided into classes 0.5/0.25 mm and 0.25/0.071 mm. Heavy minerals were separated in bromoform with a density of 2.88 g/cm³.

Pyroxens, granats, epidot and circon are among the most often separated heavy minerals with a density above 2.88.

The exploration still continues because the investigations of heavy mineral contents have produced preliminary results due to the sampling being not uniformed.