

# Zagađenje Pazinske jame mazutom, jedan od najvećih ekoloških incidenata u kršu

Mladen Kuhta, Srećko Božičević

## Uvod

Incidentno zagađenja vodotoka Pazinčice dogodilo se početkom listopada 1997. godine, kada se uslijed puknuća cijevi između glavnog i dnevnog spremnika energenata poduzeća KTI "Pazinka" d.d., nekontrolirano izlila veća količina mazuta (srednje loživo ulje standardne kvalitete - LUS). Premda je puknuće cjevovoda ustanovljeno i sanirano 6.10.97. (interni zapisnik), rad tvornice je nastavljen, a o događaju nitko od nadležnih osoba ili ustanova nije bio obaviješten. Vjerojatno se očekivalo da će i ovaj događaj proći nezamijećeno, iako su već prve procjene pokazivale da je isteklo 10-12 tona mazuta. Ovakav nerazuman postupak nije potrebno komentirati.

Prva službena dojava o akcidentnom zagađenju, gradska je uprava Pazina zaprimila 10.10.97., dakle četiri dana nakon izlivanja u tvorničkom krugu. Tek tada je pokrenuta široka akcija saniranja zagađenja, koju su vodile i koordinirale nadležne službe Hrvatskih voda, VGO Rijeka. Kako je već prvim uvidajem utvrđeno, mazut je iz puknute cijevi otjecao dnom energetskog kanala u okno oborinske kanalizacije i dalje zasebnim betonskim cjevovodom u korito bujičnog toka Šaltarija, te njime, zajedno s tvorničkim tehnološkim otpadnim vodama, do korita Pazinčice. Na svu sreću, Pazinčica je bila vrlo niska, te je mazut relativno sporo otjecao prema otvoru Pazinske jame, krajnjem recipijentu ovih voda. Da je protok Pazinčice bio veći, zagađenje najvjerojatnije ne bi bilo primijećeno i sav bi mazut završio u unutrašnjosti ponora, a posljedice ovakvog razvoja događaja teško je i zamisliti.

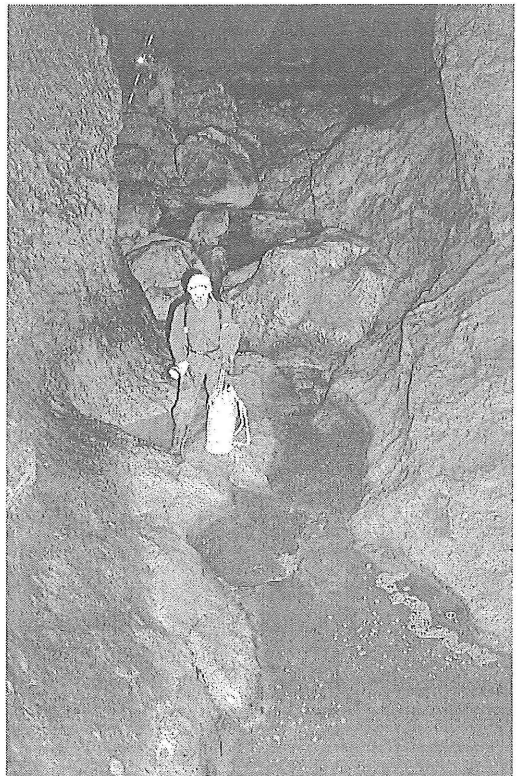
Kako se pokazalo, količine izlivenog mazuta daleko su premašile prethodno procijenjene količine (10-12 m<sup>3</sup>). Iz vodotoka i s površine terena ukupno je prikupljen 421 m<sup>3</sup> zauljene vode i mazuta, a od toga je oko 40 % ili 168 m<sup>3</sup> bilo zagađivača, odnosno mazuta (Ožanić i dr., 1997).

U sklopu sveobuhvatne akcije saniranja zagađenja, pokazala se potreba za speleološkim pregledom unutrašnjosti Pazinske jame. Osnovni su zadaci bili da se utvrdi razmjer zagađenosti podzemlja, ispita mogućnost boravka ljudi u objektu i procjeni

najpovoljniji način uklanjanja zagađenja. Speleološka ekipa Instituta za geološka istraživanja i SO HPD "Željezničar" u sastavu dr. Srećko Božičević, Mladen Kuhta i Branko Jalžić, ponor je obišla dva puta (12. i 18.10.1997.).

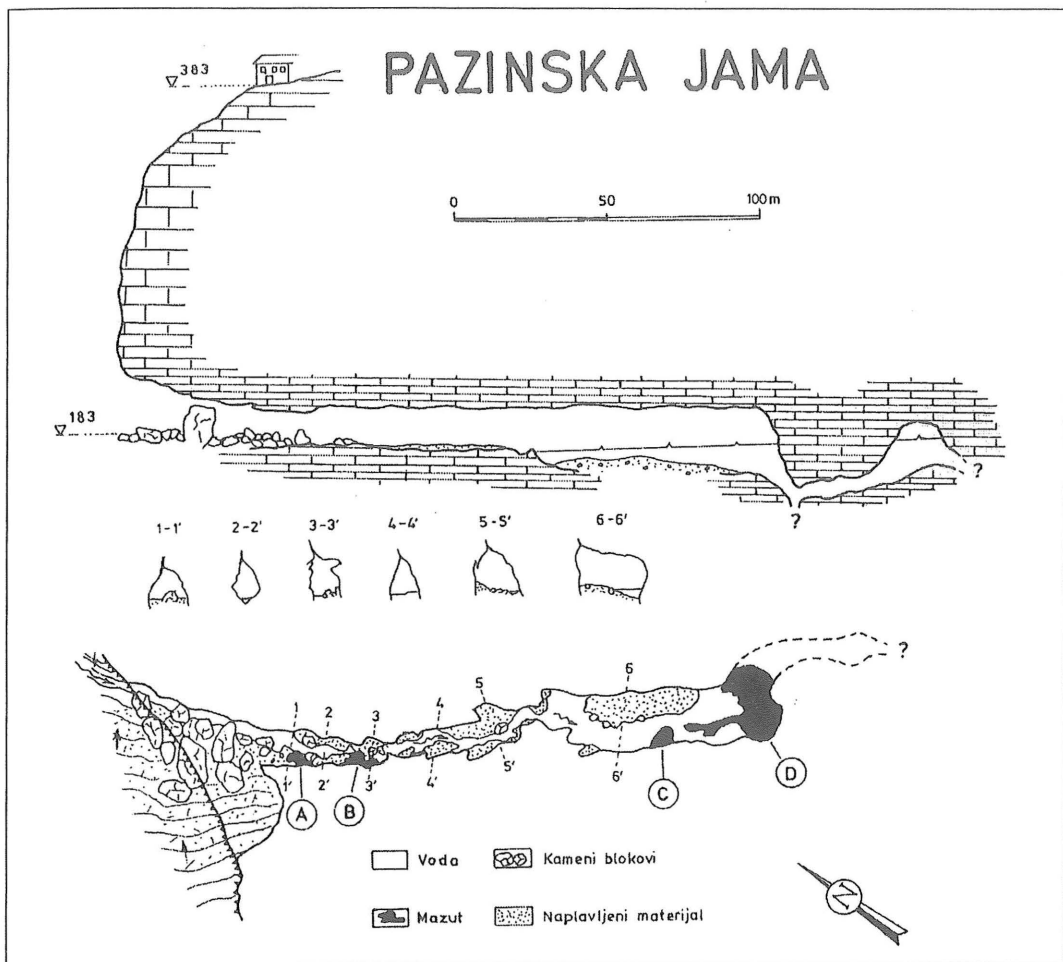
## Morfologija ponora

Pazinska jama i njen neposredni okoliš upisani su zbog svoje znanstvene, ekološke, estetske i kulturne vrijednosti, u registar geomorfoloških spomenika



Dijelovi podzemnog toka bez tragova mazuta.

Foto: M. Kuhta



Slika 1. Tlocrt, uzdužni i poprečni profili Pazinske jame (Prema: M. Malezu 1968 i ronionicima Pazina 1975, djelomično dopunjeno).

prirode Republike Hrvatske (17.3.1964. red. br. 147), a prema pozitivnim propisima, na takvom lokalitetu niti u njegovoj blizini nisu dopuštene djelatnosti kojima se mogu ugroziti njegova prirodna obilježja. Nasuprot navedenom, nažalost su bujični tok Pazinčice i Pazinska jama otvoreni kolektor otpadnih voda industrije i domaćinstava šireg područja grada Pazina, što je dugo poznata činjenica.

Literatura o ponoru Pazinčice, odnosno Pazinskoj jami, vrlo je brojna, a sadrži raspon od beletristike (Jules Verneov roman "Mathias Sandorff"), preko popularnih i speleoloških do znanstvenih radova. Prvi ju je speleološki istraživao nestor francuske speleologije E. A. Martel (1894, 1896 i 1897), koji je s W. Putickom iz Ljubljane izradio i prvi topografski nacrt

objekta. Podatke o Pazinskoj jami nalazimo i u prikazu M. Baratte (1920), zatim u knjizi "Duemila Grotte" (Bertarelli i Boegan, 1926), kao i u publiciranom talijanskom speleološkom katastru (Boegan, 1930).

Novija detaljna geološka, hidrogeološka i speleološka istraživanja, uključujući i topografsko snimanje unutrašnjosti ponora (sl.1), izveo je M. Malez tijekom ljeta 1967. god. (Malez, 1968).

Dužina objekta od ulaza (ispod okomite stijene) do završetka sifonskog jezera je 215 m, a dubina 12 m. S obzirom na kotu ulaza od približno 183 m n.m., razina vode u sifonskom jezeru nalazi se u sušnom razdoblju na koti od 171 m n.m. Prostrani špiljski kanal, formiran duž jasno izraženih tektonskih pukotina, pruža se generalno u smjeru jugoistoka. Na

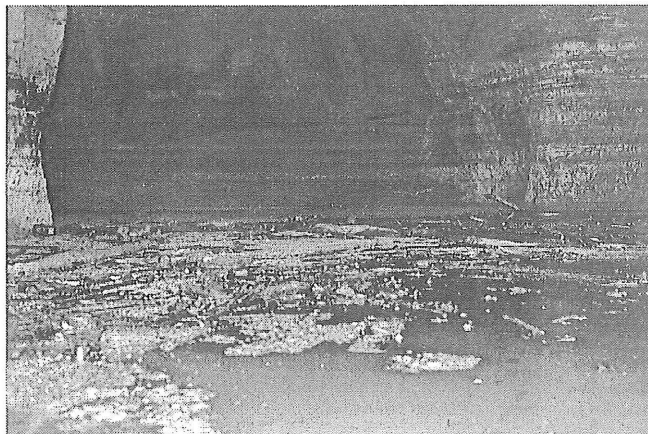
najužem dijelu širina mu je 6 m, a prosječno iznosi oko 10 m. Premda je dijelom pokriven vodom, može se pri niskim vodama bez uporabe dodatne opreme savladati oko 130 m daleko od ulaza. Na tom se mjestu kanal proširuje u podzemnu dvoranu dužine 80 i prosječne širine 20 m, koja je najvećim dijelom ispunjena vodom. Dubina vode u jezeru je od 2 m u središnjem do 13 m u udubljenju na istočnom dijelu dvorane, gdje se nalazi sifonski nastavak.

Prema podacima pazinskih speleologa koji su u ponoru ronili 1975. god., ponor se nastavlja potopljenim špiljskim kanalom istraženim u dužini od cca 70 m (sl.1). Postignuta dubina urona nije nam poznata. Već tada je daljnje napredovanje onemogućila mutnoća vode izazvana puštanjem otpadnih voda u vodotok Pazinčice.

## Hidrogeologija

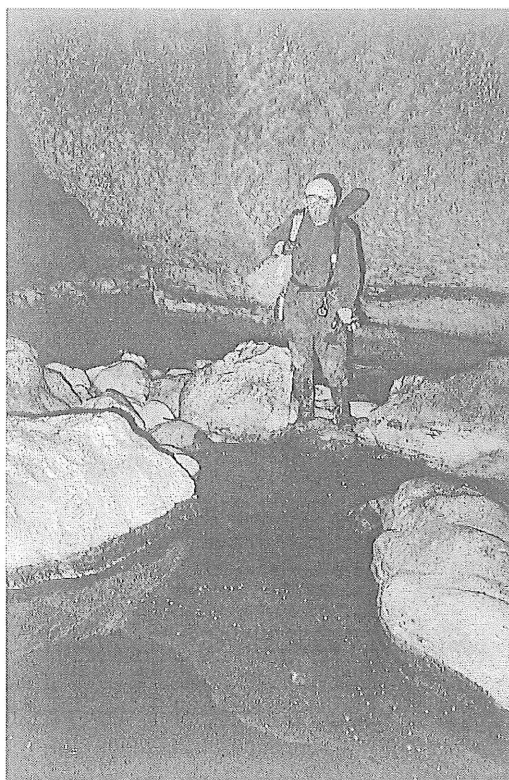
Pazinčica je najveća ponornica Istre. Priljevno područje površine 79 km<sup>2</sup> (Lipovac, 1993) izgrađeno je od fliša, dakle pretežito nepropusnih, paleogenskih klastičnih naslaga. Pazinska jama i njeni do sada istraženi podzemni kanali formirani su u dobro propusnim krednim vapnencima, svega nekoliko stotina metara nizvodno od njihova rasjednog kontakta s fliškim naslagama.

Pazinčica je vodotok bujičnog karaktera. Prema podacima opažanja na profilu Dubravica, lociranom neposredno uzvodno od zone poniranja, za razdoblje 1973./74. - 1992./93. pojave malih voda, odnosno protoci manji od 0.3 m<sup>3</sup>/s, zabilježeni su u 54 % dana, a registrirana su i 133 dana presušivanja korita. Za



Završno jezero, pogled prema ulaznom dijelu sifona s plivajućim otpadom

Foto: M. Kuhta



Manja nakupina mazuta u prednjem dijelu ponora

Foto: M. Kuhta

isto je razdoblje srednja vrijednost protoka iznosila 0.815 m<sup>3</sup>/s.

U razdobljima visokih voda, zbog manjeg kapaciteta poniranja od dotoka, česte su pojave plavljenja kanjanskog dijela toka. Pri ekstremnim dotocima razina vode se povisi i za nekoliko desetaka metara. Najizrazitije su bile velike vode u listopadu 1964. godine, a posebno u listopadu 1993. godine, kada se razina vode podigla do kote 235,89 m n.n., odnosno oko 53 m iznad ulaza u Pazinsku jamu. Prema preliminarnim hidrološkim analizama smatra se da je tom prilikom dotok Pazinčice premašio 100-godišnji maksimum od 166 m<sup>3</sup>/s (Ožanić i dr., 1997).

Budući da se Pazinska jama nalazi u središnjem dijelu Istarskog poluotoka, podjednako udaljena od glavnih zona istjecanja podzemnih voda, odnosno

dolina Mirne, Raše i Linskog kanala, odavna se postavlja pitanje smjera podzemnog toka voda Pazinčice. U stručnoj se literaturi susreću različita razmišljanja, teze i zapažanja, ali ono što se može smatrati znanstveno utemeljenim jesu rezultati do sada provedenih trasiranja Pazinske jame, a kojima je dokazana njena podzemna povezanost s izvorima na zapadnoj obali Raše.

## Rezultati speleoloških pregleda

Prvi speleološki pregled ponora detaljno je pripremljen, a izveden je uz sve potrebne mjere opreza, ponajprije zbog opasnosti od mogućih štetnih plinova u najudaljenijim i najnižim dijelovima objekta. Naime, u speleološkim su krugovima poznati neuspjeli pokušaji ulaska u unutrašnjost Pazinske jame zbog otežanog disanja. Zato se ovakav oprez može smatrati opravdanim, a posebno u toplome ljetnom razdoblju, kada ulazak dublje u unutrašnjost ponora vjerojatno nije moguć.

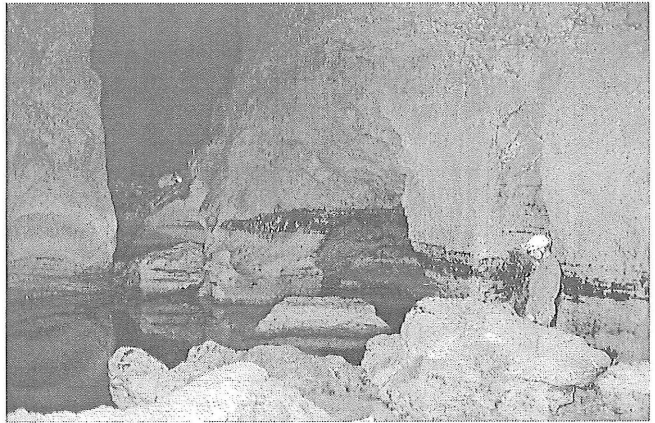
Premda je zatečeno stanje u unutrašnjosti ponora više nego alarmantno, to nije samo zbog mazuta. Naprotiv, vidljive količine mazuta bile su mnogo manje od očekivanih s obzirom na situaciju u koritu Pazinčice. Mali protok (50 l/s na profilu Dubravica), prirodne prepreke i kaskade u koritu, a posebno, privremene brane od priručnog materijala izgrađene na početku akcije saniranja, očito su spriječile unos većih količina mazuta u podzemlje Pazinske jame.

U prvom dijelu ponora, do sifonskog jezera, primijećene su samo dvije manje nakupine mazuta (fot.2.) debljine 2-3 mm (pozicije A i B na sl.1.). Budući da je njihova ukupna površina iznosila oko 25 m<sup>2</sup>, procijenjeno je da sadrže približno 50-60 l mazuta. Najveće količine mazuta su se nalazile u sifonskom jezeru. Površina jezera iznosila je pri zatečenoj razini vode oko 1000 m<sup>2</sup>. Prva nakupina mazuta površine 30-ak m<sup>2</sup> i procijenjene zapremnine 60 l, primijećena je uz jugoistočnu stijenu, približno na sredini jezera (pozicija C na sl.1.). Neposredno nizvodno od ovoga mjesta, pružala se sredinom jezera traka mazuta prosječne širine 2 m, na koju se nadovezivala nakupina granja, pliva-jućeg otpada, fekalija i mazuta, ispunjavajući završni dio jezera (pozicija D na sl.1., fot. 3.). Ova je nakupina prekrivala oko 350 m<sup>2</sup>, ali je količinu prisutnog mazuta bilo gotovo nemoguće odrediti, jer je u velikoj mjeri

bio pomiješan s ostalim onečišćenjem. Prema tadašnjoj našoj približnoj procjeni, u ukupnoj masi otpada i taloga količina mazuta nije prelazila 1 m<sup>3</sup>.

Pazinska jama ponovno je pre-gledana 18.10.97., u trenutku kada su radovi na otklanjanju zagađenja u koritu Pazinčice bili u završnoj fazi. U prvom dijelu podzemnog kanala ponora još su uvijek bile vidljive nakupine mazuta, ali se njegov sloj smanjio na svega 1 mm. U završnom sifonskom jezeru količina mazuta također se primjetno smanjila i toga je dana glavninu plivajuće mase sačinjavalo granje, otpad, fekalni talog i produkti biološko-kemijskih procesa u otpadnoj vodi.

S obzirom na vrlo malu količinu nađenog mazuta i na tehnički vrlo složene uvjete njegova čišćenja, odlučeno je da se ručno ukloni samo mazut iz dvije nakupine u prvom dijelu ponora. Čišćenje sifonskog jezera nije predviđeno, uglavnom zato što je glavni



Tragovi ranijih zagađenja mazutom na stijeni završne dvorane

Foto: M. Kuhta

plivajućeg taloga bila fekalnog porijekla, a budući da je to nažalost »normalno« stanje, za nekoliko bi dana situacija ionako bila gotovo ista.

Premda nemamo podataka o ranijim sličnim akcidentima, tragovi u podzemlju svjedoče suprotno. Na stijenama završne dvorane ponora jasno su vidljivi tragovi mazuta visine od oko 2.5 m iznad zatečene razine vode (fot.4.). Kako je neposredno prije i za vrijeme opisanog akcidenta protok Pazinčice bio izrazito nizak, bile su i razine vode primjereno niske, prisutni tragovi mazuta nikako se ne bi mogli povezati s posljednjim događajem. Nadalje, tragovi mazuta različite su starosti i nedvojbeno je da su nastali u vremenski odvojenim događajima, to jest slični su se akcidenti očito događali već nekoliko puta. Zbog većeg

protoka i brzine protjecanja možda nisu ni bili primijećeni u kratkome, vidljivom dijelu kanjonskog toka Pazinčice. Vjerojatno se i ovog puta očekivalo to isto, ali su količine mazuta ipak bile prevelike, a vodostaj Pazinčice pre nizak.

## Zaključak

Provedenim speleološkim pregledima Pazinske jame, dokumentirano je nakon dugo vremena stanje u njenoj unutrašnjosti. U najgorem mogućem svjetlu pokazalo se ono što se moglo i naslutiti: vodotok Pazinčice pretvoren je u otvoreni kolektor otpadnih voda, a njen ponor u "crnu jamu", koja se izravno drenira u krški vodonosnik.

Postojeći industrijski pogoni u njenoj okolici koriste se u svojim tehnološkim procesima tijekom godine desecima tona raznih lužina, kiselina, soli, organskih otapala i sl., te otpuštaju tisuće prostornih metara otpadnih voda. Svemu tome treba dodati fekalnu i oborinsku kanalizaciju grada Pazina. Takvo stanje traje već desecima godina i zato se zaista nameće pitanje održivosti kvalitete podzemnih voda na širem području Istre, posebice na izvorima uz zapadnu obalu Raše. Nakon obilaska Pazinske jame teško je vjerovati da voda na izvorištu Rakonek zadovoljava kriterije o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće, a još je upitnije do kada će se zadržati i sada registrirana kvaliteta.

## ABSTRACT

### **Combustion Oil pollution of Pazinska Jama - a major Ecological incident in the Carst**

The pollution of Pazinčica river occurred in August 1997 as a consequence of uncontrolled leakage of vast quantities of oil from a ruptured pipe that connects the oil reservoir and the oil combustion facility of the factory KTI "Pazinka". The oil together with waste waters from the factory first discharged into the watercourse Šaltarija and then flowed into the downstream part of Pazinčica river. The spilled combustion oil was a threat to the groundwater of the wider region of Istria so extensive and intensive measures were undertaken for its removal. Within these prevention measures two speleological investigations of the Pazinčica ponor (Pazinska jama-Foiba di Pisino) were undertaken. It was determined that due to favorable hydrological conditions (the discharge of Pazinčica river was 50 l/s) and the fast reaction time of the intervention, only small quantities

of oil managed to enter the ponor. On the other hand approximately 168 m<sup>3</sup> of combustion oil was detached from the surface watercourse.

Unfortunately the speleological examination of the ponor determined a high degree of underground pollution caused by discharge of waste waters from the city of Pazin and its industries into the Pazinčica river. Also traces of past unregistered combustion oil pollution were found within the cavern.

## L I T E R A T U R A

- Baratta, M. (1920): Le Grotte di S. Canziano e di Postumia, Planina, Nanporto, La Foiba di Pisino. Boll. R. Soc. Geograf. Ital. Roma.
- Bertarelli, L.V. & Boegan, E. (1926): Duemila Grotte. Milano.
- Boegan, E. (1930): Catasto delle grotte Italiane. Fasc. I. Grotte delle Venezia Giulia. Trieste.
- Božičević, S. (1985): Morfogeneza speleoloških pojava Istre i njihova zavisnost o geološkim i hidrogeo-loškim uvjetima. Disertacija, Zajednički studij iz područja geologije PMF i RGN fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Kuhta, M. (1997): Izvješće o interventnim speleološkim pregledima Pazinske jame u sklopu sanacije zagađenja mazutom. Fond str. dok. Instituta za geološka istraživanja, Zagreb.
- Lipovac, R. (1993): Dopuna elaborata sa zonama sanitarne zaštite izvorišta Rakonek, Sv. Antun i Balobani. Fond str. dok. INA-Geološki konzalting. Zagreb.
- Malez, M. (1968): Ponor Pazinčice i njegova uloga u podzemnom hidrološkom sistemu srednje i južne Istre. Geografski glasnik, br: 30, str. 61-77, Zagreb.
- Martel, E.A. (1894): Les abimes. Explorations souterraines 1888-1893. Paris.
- Martel, E.A. (1896): Sur la Foiba de Pisino (Istria). Compt. Rend. de Acad. des Sciences, 123, 28 dec. 1896. Paris.
- Martel, E.A. (1897): La Foiba de Pisino. La Nature, 25. Paris.
- Ožanić, N., Rubinić, J., Kamber, S. & Diković, S. (1997): Ekološki akcident - tone mazuta u koritu Pazinčice. Hrvatska vodoprivreda, br. 62-63, str. 85-92, Zagreb.