

HIDROGEOLOGIJA GLAVNIH PONORA RIJEKE LIKE

S 3 slike u tekstu i 3 table u prilogu

Glavna zona poniranja rijeke Like nalazi se u sjeverozapadnom dijelu Lipovog polja. Iznose se rezultati hidrogeoloških promatranja u Lipovom polju, speleološka istraživanja glavnih ponora rijeke Like, kao i dobiveni rezultati bojanja Markovog ponora.

UVOD

Hidrogeološka i hidrološka istraživanja toka rijeke Like postala su sastavni dio detaljnih istraživanja za potrebe sistema hidroelektrane Senj. Završetkom izgradnje pregradnog mjesta Sklope kod Krušćice javio se problem iskorišćavanja vode rijeke Like nizvodno od brane, problem poniranja na potezu Kosinjski most—brana Selište, te planiranje dodatnih akumulacija u Kosinjskom i Lipovom polju.

U sklopu tih istraživanja vršio sam hidrogeološka ispitivanja toka Mlakvanskog potoka (S. Božičević, 1966) te toka rijeke Like od Selišta do brane Sklope i od brane Sklope do ušća Novčice (S. Božičević, 1967). Speleološkim istraživanjima obuhvaćen je glavni ponor Like — Markov ponor, ponor kod Mlinice i desetak manjih ponora u Lipovom polju. U izvorišnom dijelu potoka Bakovac istražena je jama Veliko Crno vrelo i još nekoliko manjih speleoloških objekata.

Kod terenskih radova pomagali su mi R. Vadić i K. Ormanec, studenti RGN fakulteta, te speleolozi H. Malinar i K. Horvat, članovi speleološkog odsjeka PDS »Velebit« iz Zagreba. Na njihovoj se pomoći najljepše zahvaljujem. Pri obradi postignutih rezultata dugujem zahvalnost inž. V. Bičaniću, koji me je upoznao s problematikom Lipovog polja i omogućio mi uvid u elaborate s istraživanog područja.

HISTORIJAT DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA RIJEKE LIKE

Ponornica rijeka Lika izvire na podnožju Velebita nedaleko Metka poviše sela Vuklići na visini od 574 metara, kao jako krško vrelo. Dužinom svog glavnog toka od 64,5 km. (D. Marković, 1960) Lika je po dužini treća ponornica u dinarskom kršu (iza ponornice Dobre i

Trebišnjice). Približna veličina sliva rijeke Like iznosi oko 1570 km² (V. Jevđević, 1956), s prosječnom godišnjom količinom padalina od oko 1530 mm. Najjači pritoci rijeke Like su Novčica, Otešica i Bakovac s lijeve strane, te Jadova s desne.

U središnjem dijelu toka rijeka je Lika usječena u kanjonski vapnenački krški plato. Nizvodno od brane Sklope kod sela Mlakva rijeka Lika izlazi iz kanjanskog toka i usijeca se u kvartarni riječni nanos. Ovo je urezivanje jače izraženo u završnom dijelu Lipovog polja, gdje debljina nanosa iznosi i preko 15 metara. U Lipovom polju počinje postepeno poniranje rijeke Like u sistemu ponora koji se nalaze kako u samom koritu, tako i uz njegove rubove. Glavni ponori rijeke Like nalaze se u sjeverozapadnom dijelu Lipovog polja na potezu od sela Glumci do Svrkinog sela i Dražice, te od Selišta do Velike i Male Rudinke. Najznačajniji ponori su Markov ponor i ponor kod Mlinice. Kota ponora se nalazi na 481, odnosno 473 metra. Visinska razlika između izvora i zone poniranja iznosi oko 100 metara. U pojedinim dijelovima toka veličina pada je različita, dok njegova prosječna veličina iznosi 1,55‰.

Čitav tok rijeke Like sa svim njezinim pritocima nije do sada kompletno obrađivan u stručnoj i naučnoj literaturi. Pojedini dijelovi toka promatrani su i proučavani za rješavanje manjih privrednih zadataka i to tek u novije vrijeme (B. Raljević & L. Bojanić, 1963). Nakon izrade projekta za izgradnju sistema HE Senj (oko 1952. godine) pristupilo se parcijalnim ispitivanjima kako geološke, tako i hidrogeološke problematike. Nakon osnovnih tumačenja geoloških i hidrogeoloških odnosa šireg područja Like, koje je dao dr J. Poljak, (1953, 1954 a, 1954 b, 1955 i 1957) otpočela su detaljna istraživanja na dijelovima toka rijeke Like, koji su bili obuhvaćeni spomenutim projektom. U sklopu tih radova vršena su hidrogeološka i geološka istraživanja (S. Bahun, 1961 a, 1961 b; L. Bojanić, A. Milan & S. Bahun, 1959; L. Bojanić, 1960; B. Sokač, I. Velić & P. Mamužić, 1966), speleološka rekognosciranja i istraživanja (M. Malez, 1959; S. Božičević, 1962, 1963), te hidrometeorološka proučavanja (1966).

GEOLOGIJA I HIDROGEOLOGIJA LIPOVOG POLJA

Morfološki gledano, Lipovo polje je urezano u kontinentalni dio sjevernog Velebita i Senjskog bila. Njegov je postanak uvjetovan velikim rasjedima na sjevernom i južnom rubu. Dužina Lipovog polja iznosi oko 9 km (do Kosinjskog mosta) sa širinom od 1,2 do 2,5 km. Srednja visina polja iznosi oko 485 metara. Iznad rubova polja uzdižu se vrhovi s visinama od 650 do 800 metara (tabla I, sl. 1). Od Bastačkog sela do Selišta, od Selišta do Glumaca i Dražice rijeka Lika meandriira u kvartarnom nanosu i nestaje u sistemima ponora.

Izgradnjom brane Selište i odvodnog tunela Selište—Šumečica površinske vode rijeke Like usmjeruju se u pravcu Gacke. Jedino se višak vode prelijeva preko brane Selište i otječe u pravcu zone poniranja.

Novija geološka istraživanja (Bojanić, Milan & Bahun, 1960) u području Lipovog polja pokazala su, da su njegovi rubovi i izdvojeni humci u polju izgrađeni od karbonatnih naslaga jurske starosti (vapnenci i dolomiti), te tercijarnih breča i vapnenaca, dok je samo polje ispunjeno naslagama kvartara.

Jurski vapnenci (Jv) izgrađuju sjeverni i sjeverozapadni rub polja. Boje su sive do tamnosive s nešto kalcitnih žilica, dok im se slojevitost slabije zapaža. Izdvojeni humak iznad Švrkinog sela, te uzvišenje kod kapelice Sv. Petra izgrađeni su također od jurskih vapnenaca.

Jurski dolomiti (Jd) dolaze unutar vapnenaca i njihova je slojevitost jače izražena. Na priloženoj karti (tabla IV) oni su izdvojeni na potezu od Glumačkog do Bastačkog sela. Dolomiti su krupnokristalinični, svjetlosive do sive boje s pjesku-ljavim trošenjem.

Tercijarni sedimenti (Tc) — prominske breče izgrađuju istočni dio Lipovog polja na njegovoj sjevernoj i južnoj strani transgredirajući na starije naslage. Tercijarni sedimenti se sastoje od šarenih i sivih prominskih breča, a njihov gromadasti karakter je značajan »faktor u razvoju ne samo geomorfologije, već i tektonike i hidrogeologije« (Bojanić, 1960., str. ??).

Kvartarne naslage (Qh) sastoje se od sedimenata pleistocena (pijesci, šljunci, kršje, ilovine i terra rossa), te tvorevina holocena (riječni nanosi i naplavine). Debljina kvartara u Lipovom polju raste od istoka prema zapadu i ima svoj maksimum oko ponora kod Mlinice i u Begovim barama kod Markovog ponora.

Hidrogeologija Lipovog polja u uskoj je vezi s tektonskim zbivanjima. Vode ponornice Like gube se iz njega u dva pravca. Najznačajniji i najjači pravac je u smjeru mora, a drugi smjer SI prema površinskom toku rijeke Gacke. U pravcu mora voda se probija kroz poremećene naslage jurske starosti, a u pravcu Gacke kroz karstificirane tercijarne breče, a djelomično i jurske vapnence.

U sjeveroistočnom i južnom dijelu Lipovog polja u području Draškovića, te na potezu od Bastačkog sela do Bogninog brda javljaju se vrela koja funkcioniraju kao estavele. Od linije Glumci—Selište na zapad aktivni su samo ponori. Među ponorima razlikujemo ponore u samom kvartnom nanosu i ponore s otvorima u vapnenačkoj podlozi.

HIDROGEOLOŠKA FUNKCIJA PONORA I POPLAVE LIPOVOG POLJA

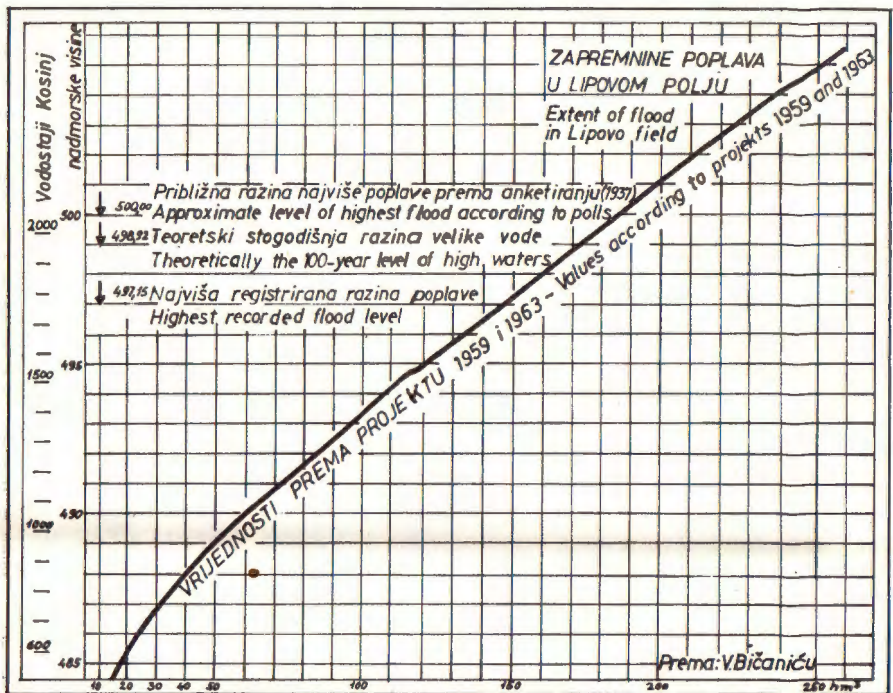
Za vrijeme nadolaska visokih voda koritom rijeke Like i u vrijeme kišnog perioda započinje hidrološka uloga izvora i ponora u Lipovom polju. Od Kosinjskog mosta voda počinje plaviti najniže dijelove u ovom području, ulijevajući se prvo u ponore koji se nalaze uz rub korita. Kod Selišta počinje poniranje u prave ponore. Izdubenim koritom u kvartaru jedan se krak odvaja u pravcu juga i usmjeruje do ponora kod Mlinice. Kota otvora ovog ponora je na 473 metra. Porastom vodostaja kod ovog ponora voda se ulijeva u krak u pravcu sjeverozapada i tu nestaje u sistemu ponora u kvartaru. U to vrijeme voda nastavlja put iz glavnog kraka u pravcu zapada u podnožje Male i Velike Rudinke. U Begovim barama jedan krak skreće prema jugu i vodi do otvora Markovog ponora i ponora Veliki Begovac. Kota otvora Markovog ponora je na oko 481 m. Daljnjim podizanjem nivoa vode u polju po-

plavljuje se i dio jugoistočno od Markovog ponora, odakle voda otječe u pravcu Švrkinog sela. Tu se ona gubi u sistemu ponora u kvartaru.

Poplavljivanje Lipovog polja do sada je bila česta pojava, ali do njege nije dolazilo uvijek u isto vrijeme i nije trajalo kroz jednako razdoblje. Izgradnjom brane Sklope ubuduće bi se trebale spriječiti iznenadne i neplanirane poplave u Lipovom polju, a u slučaju izgradnje dodatne akumulacije u samom Lipovom polju problemu poplavlivanja trebat će posvetiti određenu pažnju (Rapić 1963).

Iz literature i anketiranja mještana Lipovog polja postoje podaci za vrlo visoke poplave u polju za godine 1803, 1823, 1878, 1879, te 1937. Godine 1879. voda je u polju ležala 7 mjeseci i gotovo se ujezerila (D. Hirc, 1925). Anketiranjem se saznalo, da je godine 1937. razina vode dosegla do nadmorske visine od 500 m, tj. dubina vode u polju iznosila je oko 15 m (ako uzmemo za srednju visinu polja kotu 485 m).

Iz slike 1 vidljiva je kota vode najviše registrirane poplave (godine 1937.), teoretski izračunata razina za slučaj 100-godišnje velike vode, te odnos povišenja vodostaja i zapremine poplava u polju (Bićanić 1964).



Sl. (Fig.) 1

Prema A. Stepincu kapaciteti ponora u Lipovom polju su procijenjeni na 200 m³/sek, a u rijetkim slučajevima i do 300 m³/sek. Srednja vrijednost poniranja kroz 68 dana izračunata je na kapacitet od

MORFOLOGIJA GLAVNIH PONORA

Glavni ponori rijeke Like se nalaze na jugozapadnom dijelu Lipovog polja pod obroncima velebitskog masiva. Razlikujemo dva osnovna oblika ponora: ponori u kvartaru i ponori s otvorima u vapnenačkoj podlozi.

Ponori u kvartaru imaju ljevkasta udubljenja i za vrijeme poplave voda se postepeno gubi u njima, polagano otječući kroz djelomično zaglinjene pukotine. Dužim radom vode dolazi do proširenja ljevkastog udubljenja i do otvaranja sistema pukotina u vapnenačkoj podlozi. Završni stadij ovakovog tipa ponora pokazuje ponor kod Mlinice (tabla I, sl. 2).

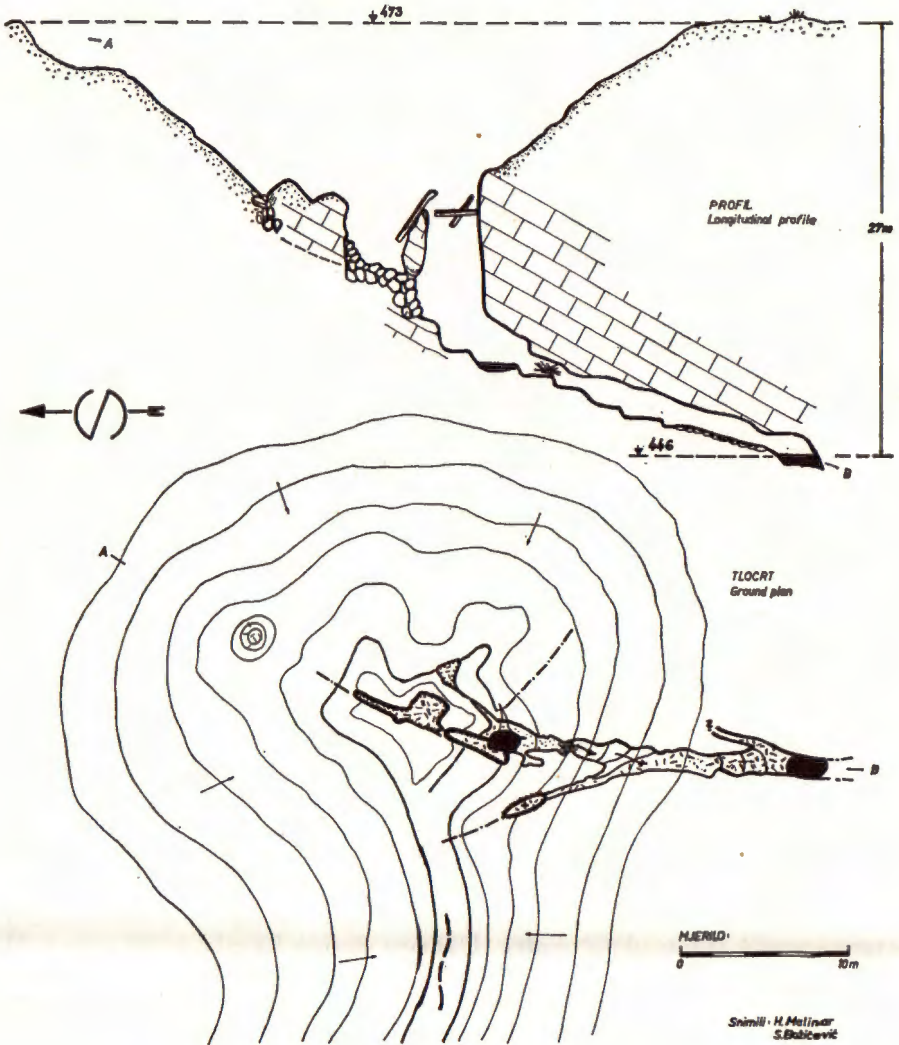
Ponori s otvorima u vapnenačkoj podlozi mnogo brže gutaju vodu iz polja, a javljaju se obično na sjecištu nekoliko manjih pukotina ili jedne jače izražene. Do ovakovih otvora najčešće vodi urezani tok u kvartarnom nanosu. U vrijeme sušnog perioda u neke od tih ponora moguće je ući i proučiti njihovu morfologiju, u slučaju ako se oni u podzemlju proširuju u prolazne kanale. Primjer za ovako morfološki razvijen ponor je Markov ponor, dok primjera za početnu i razvojnu fazu nalazimo od Selišta prema V. Rudinki i zapadno od Markovog ponora.

Ponor kod Mlinice se nalazi u podnožju najzapadnijih kuća sela Glumci i svojim se velikim ljevkastim otvorom ističe na rubu polja (Tabla I, sl. 2). Geografske koordinate su: 44° 45' 30" sjeverne širine i 15° 11' 55" istočne dužine. Apsolutna visina otvora iznosi 473 metra.

Grotlo ponora ima ljevkast izgled s promjerom od oko 40 metara. Sa zapadne strane ovaj se lijevak nastavlja u izduženo korito kojim povremeno dotiče voda. Na dnu lijevka (sl. 2), tj. na njegovoj južnoj strani, vidljive su naslage vapnenaca u kojima se zapaža nekoliko izrazitih pukotina. Duž pukotine smjera JZ—SI, široke svega 1 m, moguće je spustiti se u unutrašnjost ponora. Ponor se sastoji od kanala u pravcu juga i kanala kome širina varira od 1 do 2,5 metra. Najviša visina u tom kanalu iznosi oko 2 metra. Ukupna dužina kanala je 22 metra. U kanalu je zaostao naplavljeni materijal — kamenje, granje i dijelovi razrušenog mlina. Završetak kanala je kod sifonskog bazena vode dugog 2 metra. Tu je i najniža kota ponora — 446 metra. Dubina ponora iznosi 27 metara.

Speleogeneza ponora. U kvartarnom je nanosu došlo do formiranja ponora na izrazitim pukotinama smjera I—Z, te SI—JZ.

PONOR KOD MLINICE
(LIPONO POLJE)
SWALLOW-HOLE NEAR MILL



Sl. (Fig.) 2

Erozioni i korozioni rad vode proširuje postojeće pukotine koje su ispresijecane s nešto manjih, okomitih na spomenute smjerove. Izglačane stijene, te potpuna odsutnost kalcitnih nakupina govori o velikim pritiscima koji vladaju u ponoru za vrijeme njegove funkcije. Ponor je formiran u jurskim vapnencima, u kojima se slojevitost ne zapaža.

Odvodna moć ponora čini se da nije velika, jer se za vrijeme poplava voda relativno brzo skupi u ljevkastom udubljenju i polagano otječe.

Markov ponor (Očanov ponor) se nalazi u sjeverozapadnom dijelu Lipovog polja (tabla I, sl. 1) na kraju urezanog korita, koji vodi od Begovih bara prema jugu. Geografske koordinate su $44^{\circ} 46' 11''$ sjeverne širine i $15^{\circ} 10' 22''$ istočne dužine. Nadmorska visina otvora je na koti od 481 m. Ulazni dio ponora obzidan je kamenjem na bokovima i u podu, kako bi se olakšao ulaz vode u njega. Obzidavanje ulaznog dijela je izvedeno nakon I Svjetskog rata. U Markov ponor (Tabla III) ulazi se horizontalnim kanalom u pravcu zapada. Oko 30 m od ulaza ponor se nastavlja u okomitom kanalu i desno u horizontalni kanal. Horizontalni kanal završi nakon 30 m dužine, dok se okomiti nastavlja u stepenicama prema svom dnu. Poplave g. 1966. nanijele su u ponor mnoštvo granja i drvene građe, koja je ispunila uske prolaze. (Tabla II, sl. 1 i 2). Mnoštvo zaobljenih blokova i valuce manjih dimenzija, te izglačane stijene govore o vrlo snažnom radu vode. Na nekim mjestima stijene su dobile gotovo metalan sjaj od erozionog rada vode. Prodiranje u ponor bilo je moguće na dan našeg istraživanja (listopad 1967.) samo do dubine od oko 65 metara. Daljnji prolaz onemogućilo nam je naplavljeno granje i balvani. Pošto je ovaj ponor bio istraživan od strane članova Speleološkog društva Hrvatske, koristim u nastavku prikaza rezultate njihovog istraživanja. Prema A. Kotenku (Elaborat Speleološkog društva Hrvatske — Senj 2) ponor se nastavlja do dubine od 85 m, gdje se u pješčano-muljevitom tlu nalazi sifonsko jezero, koje onemogućuje daljnji prodor u podzemlje. Najniža kota ponora dosegnuta od istraživača je 85 m niže ulaza i iznosi 396 m nad morem.

Speleogeneza ponora. Do formiranja ponora došlo je po proširenoj pukotini smjera I—Z koja je formirala ulaz. Trideset metara od ulaza glavni smjer siječe pukotina u pravcu JZ i J, koja je ispresijecana manjim dijaklazama okomitim na taj pravac. Skoro okomiti slojevi, koji su nagnuti u pravcu dubine jame, pogoduju njezinom morfološkom razvoju. Središnji dio ponora ima suženje u kojem za vrijeme poplave voda pod golemim pritiskom preskače prepreku kamenih blokova i nastavlja se kosim kanalom u završnu šupljinu. Sistem pukotina, njihov položaj i veličina ukazuju na mogućnost šireg nastavka ponora i iza sifonskog jezera.

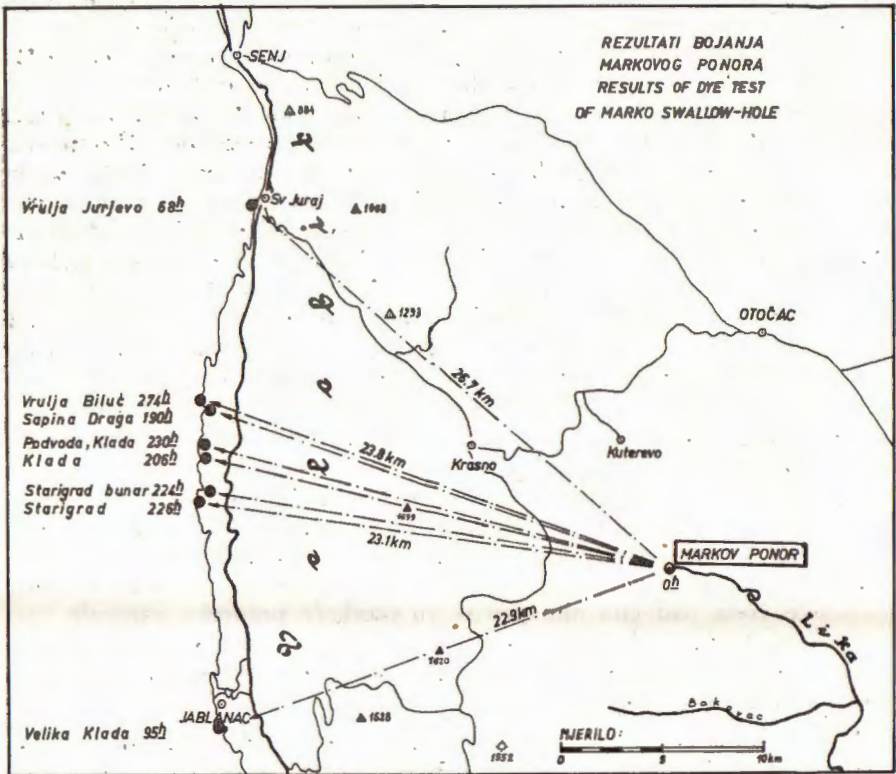
Hidrogeologija ponora. Za vrijeme jakih kiša voda se ulijeva u ponor i ponire često puta i čitav dan dok se ne ispune uski prolazi. Nakon zasićenja voda kovitla pred otvorom uz jaki šum i vidljivo

se gubi u grotlu ponora. Na okomitom otvoru iznad ulaza izbija uz jaki šum zrak pod pritiskom vode. Završni sifon pokazuje, da na tom mjestu počinje blaži nagib odvodnog kanala. Zbog toga je došlo do nakupljanja pješčanog i muljevitog nanosa na kome se zadržava voda. U času kada pridošla voda svojom snagom i pritiskom probije ovaj nanoseni materijal počinje kontinuirano otjecanje vode u podzemlje. U glavnom kanalu ponora vidljivo je, da voda ponire i niz okomito položene pukotine u koje je gotovo uvučen nanoseni materijal.

Ponor je izgrađen u jurskim vapnencima, koji su dobro uslojeni i ta se slojevitost zapaža sve do dna ponora.

BOJANJE MARKOVOG PONORA

Na traženje Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Hidrometeorološki zavod Hrvatske izveo je bojanje Markovog ponora (Turner, 1960). Bojanje ponora izvedeno je 19. V 1960. u 15,30 sati. Boja



Sl. (Fig.) 3

je ubačena 15 m uzvodno od otvora ponora. Bojano je s fluorescinom i to 115 kg razređeno u 350 l vode. Sva se boja izgubila u ponoru nakon 15 minuta. Uzorci su uzimani tek nakon što se boja zapazila prostim okom.

Na slici 3 prikazani su rezultati bojanja. Vrijeme bacanja boje u Markovom ponoru uzeto je kao 0-sat. Prve pojave boje registrirane su na Vrulji 2 u Jurjevu. Ovdje se pojavila boja nakon 68 sati, prevalivši zračnu udaljenost od 26,7 km približnom brzinom od 10,8 km/sat. Slijedeća pojava registrirana je na izvoru Velika Klada kod Jablanca gdje se boja pojavila 95 sati nakon ubacivanja u Markov ponor. Ovdje je zračna udaljenost iznosila 22,9 km i nju je boja prevalila brzinom od 6,6 km/sat. Boja ubačena na Markovom ponoru utvrđena je još na vrulji Biluč južno od Lukova, te na izvorima Sapina Draga, Podvoda Klada, i Klada. Na ovom zadnjem dobivena je maksimalna koncentracija boje. Boja se pojavila još u Starigradu u jednom bunaru, te na bezimеноm izvoru u blizini samog Starigrada.

ZAKLJUČAK

Ponornica rijeka Lika izvire u podnožju Velebita iznad mjesta Medak i nakon toka od 64,5 km ponire u Lipovom polju. Glavni ponori rijeke Like su Ponor kod Mlinice i Markov ponor sa sistemom manjih ponora u kvartaru.

Izgradnjom brane Sklope javlja se mogućnost korištenja voda rijeke Like nizvodno od brane, te izgradnja dodatnih akumulacija u Kosinjskom i Lipovom polju. Hidrogeološkim istraživanjima u području Lipovog polja proučene su hidrološke pojave i postojeći speleološki objekti.

Novija geološka istraživanja pokazuju, da su rubovi Lipovog polja izgrađeni od karbonatnih naslaga jurske starosti, te tercijskih breča i kvartarnog nanosa. Osim jurskih vapnenaca javljaju se i dolomiti, koji dolaze unutar vapnenaca.

Za postanak Lipovog polja značajni su veliki rasjedi na sjevernoj i južnoj strani polja.

Vode rijeke Like gube se u sistemima ponora prema moru i prema slivu rijeke Gacke. Smjer otjecanja prema moru je primarnog karaktera i jače je izražen.

Poplave Lipovog polja bile su česta pojava. Izgradnjom brane Sklope smanjit će se mogućnost poplavlivanja većih dijelova polja. Anketiranjem su ustanovljene naročito visoke poplave. Kao najviša bila je poplava godine 1937., kada se voda popela do kote od 500 metara. Najviša registrirana poplava u novije vrijeme bila je poplava godine 1957., kada je dosegnuta kota od 497,15 metara. Teoretska visina 100-godišnje velike vode u Lipovom polju računa se na 498,92 metra.

Ponori u Lipovom polju su razvijeni kao ponori u kvartarnom nanosu i kao ponori s otvorima u vapnenačkoj podlozi.

Ponor kod Mlinice ubraja se u red ponora u kvartaru u kome je došlo do faze oslobađanja pukotina od kvartarnog nanosa. Dubina ovog ponora iznosi 27 metara, a završetak je u sifonskom jezeru. Najniža kota ovog ponora je 446 metara.

Markov ponor je tip ponora u vapnenačkim naslagama s razvijenom morfologijom i sistemom poniranja. Do sada istražena najveća dubina ovog ponora iznosi 85 m i nalazi se na koti od 396 metara. Za formiranje ovog ponora glavnu su ulogu odigrale izrazite pukotine i dijaklaze smjera I—Z, JZ—SI i S—J i niza manjih koji su okomiti na ove smjere. U ovom se ponoru naročito jako opaža eroziono djelovanje vode, koja je nanesenim materijalom potpuno izglačala stijene u uskim kanalima ponora. Na dubini od 85 m nalazi se sifonsko jezero, koje ne dozvoljava prodiranje u niže dijelove ponora.

Bojanjem Markovog ponora ustanovljena je veza s Jadranskim morem. Boja se najprije pojavila (nakon 68 sati) u Vrulji 2 kod Jurjeva, a poslije toga u Velikoj Kladi (95 sati) kod Jablanca, te na lokalitetima Biluća, Sapine Drage, Podvode, Klade i Starigrada.

Primljeno 18. 12. 1967.

Institut za geološka
istraživanja, Zagreb,
Kupska 2.

LITERATURA

- Bahun, S. (1961 a): Kartiranje korita rijeke Like na dijelu Sklope—Selište. Arh. Inst. geol. istr. br. 18, Zagreb.
- Bahun, S. (1961 b): Izvori i ponori uz tok Like od Krušćice do Selišta. Arh. Inst. geol. istr., br. 19, Zagreb.
- Bičanić, V. (1964): Mogućnosti preljeva preko brane Sklope u toku izgradnje. Arh. »Elektroprojekt«, Zagreb.
- Bojanić, L., Milan, A. & Bahun, S. (1959): Dopunska geološka istraživanja šireg područja toka Like od Kaluderovca do Selišta u Lipovom polju. Arh. Inst. geol. istr., br. 3101, Zagreb.
- Bojanić, L. (1960): Geološki i hidrogeološki odnosi šireg područja donjeg toka Like. Arh. Inst. geol. istr. br. 3272, Zagreb.
- Božičević, S. (1962): Speleološki objekti HE Sklope, I dio. Arh. Inst. geol. istr., br. 82, Zagreb.
- Božičević, S. (1963): Speleološki objekti HE Sklope, II dio. Arh. Inst. geol. istr. br. 45, Zagreb.
- Božičević, S. (1966): Izvještaj o obilasku vrela nizvodno od HE Sklope do potoka Mlakva. Arh. Inst. geol. istr., br. 325, Zagreb.
- Božičević, S. (1967): Hidrogeološka i inženjerskegeološka istraživanja toka rijeke Like. Arh. Inst. geol. istr., br. 37, Zagreb.
- Hidrometeorološki zavod (1966): Izvještaj o rezultatima mjerenja protoka Like i Gacke u svrhu ispitivanja gubitaka. Arh. »Elektroprojekt«, Zagreb.
- Hirc, D. (1925): Lika i Gacka. Hrvatski planinar, br. 10, Zagreb.

- Jevđević, V. (1956): Vodne snage Jugoslavije. Inst. »J. Černi«, Beograd.
- Malez, M. (1959): Speleološka istraživanja i rekognosciranja u okolici G. Kosiinja, Bakovca, Studenaca i Perušćica u Lici. Arh. Inst. geol. istr., br. 3048, Zagreb.
- Marković, D. (1960): Naše reke ponornice. Zemlja i ljudi. Glasilo Srp. geograf. društva, Beograd.
- Poljak, J. (1953): Geološki izvještaj o istražnim radovima na području rijeke Like i Gacke. Arh. Inst. geol. istr., br. 2130, Zagreb.
- Poljak, J. (1954 a): Pregledna geologija i hidrogeologija područja Like i Gacke. Arh. Inst. geol. istr., br. 2395, Zagreb.
- Poljak, J. (1954 b): Geološko mišljenje o geološkim i hidrogeološkim istraživanjima u području Like i Gacke. Arh. Inst. geol. istr., br. 2398, Zagreb.
- Poljak, J. (1955): Dopuna geoloških i hidrogeoloških istraživanja na rijeci Lici i Gackoj. Arh. Inst. geol. istr., br. 2575, Zagreb.
- Poljak, J. (1957): O mogućnosti akumulacije u hidroenergetske svrhe u G. Kosijskom krškom polju i u dolini potoka Bakovac. Arh. Inst. geol. istr., br. 2902, Zagreb.
- Raljević, B. & Bojanić, L. (1963): Tvornica celuloze Gospić. Hidrogeološka istraživanja na širem području akumulacionog bazena na rijeci Liki istočno od Gospića. Arh. Inst. geol. istr., br. 154, Zagreb.
- Rapić, K. (1963): Hidrologija donjeg toka Like. Arh. »Elektroprojekta«, Zagreb.
- Sokač, B., Velić, I. & Mamužić, P. (1966): Godišnji izvještaj na izradi Osnovne geološke karte SFRJ za list GOSPIC-104. Arh. Inst. geol. istr., br. 193, Zagreb.
- Turner, S. (1960): Bojanje rijeke Like na Markovom ponoru u Lipovom polju. Arh. »Elektroprojekta«, Zagreb.

S. BOŽIČEVIĆ

HYDROGEOLOGY OF THE MAIN SWALLOW-HOLES OF THE LIKA RIVER

Hidrogeologic explorations of the course of the Lika River have become a constituent part of detailed investigations for the needs of the Senj HE system. Within the framework of these explorations is likewise Lipovo Field.

Lipovo Field harbours the main swallow-hole of the Lika subterranean river. From this field the major part of waters flows towards the sea, a smaller part towards the catchment area of the Gacka River.

Geologic investigations have shown that Lipovo Field is made up in its rim part of deposits of Jurassic limestones and some dolomites as well as Tertiary breccias. The Quarternary alluvium in the Field proper reaches up to a thickness of 15 meters.

The hydrogeologic investigations of Lipovo Polje established a zone of sources performing the function of estavelles, as well as a zone of swallow-hole in the north-western and western parts of the Field.

The main swallow-hole of the Lika River are Mlinica Swallow-hole, 27 m. deep, and Marko swallow-hole, 85 m. deep. In the remaining part of the Field the waters disappear through a Quarternary system of swallow-holes.

Flooding of Lipovo Polje has been a frequent occurrence so far. During times of especially high subterranean waters the water surface in the Field would rise even up to elevation 500 m. The so far highest recorded flood level occurred in 1957, when the waters reached up to an elevation of 497,15 metres.

By dyeing Marko swallow-hole it was possible to establish connection with the Adriatic Sea. Dyes thrown into Marko swallow-hole appeared after 68 hours in Vrulja 2 near Jurjevo, and, in addition, connections were established with the localities of Vrulja Biluč, Sapina Draga, Podvoda Klada, Starigrad and Velika Klada near Jablanac.

Received 18th December 1967

*Institute of Geology
Zagreb, Kupska 2*

TABLA — PLATE I.

1. Pogled na Lipovo polje od naselja Dražice. Vidljivo je meandriranje toka rijeke Like u pravcu Markovog ponora.

A view of Lipovo Polje from the settlement of Dražica. Visible is the meandering of the course of Lika River in the direction of Marko's swallow-hole.

2. Snimak Lipovog polja na potezu Glumci — Selište preko ponora kod Mlinice. Vidljiv je ljevčkasti otvor ponora, a lijevo od njega razoren mlin.

A photograph of Lipovo Polje along the line Glumci — Selište over the swallow-hole of Mlinica. Visible is the funnel-like opening of the swallow-hole, and to the left of it a destroyed mill.

Foto: S. Božičević



1



2

MARKOV PONOR (LIPOVO POLJE) MARKO SWALLOW-HOLE

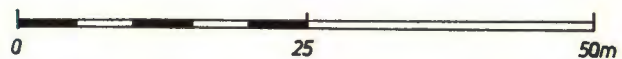
PROFIL ○
Longitudinal profile



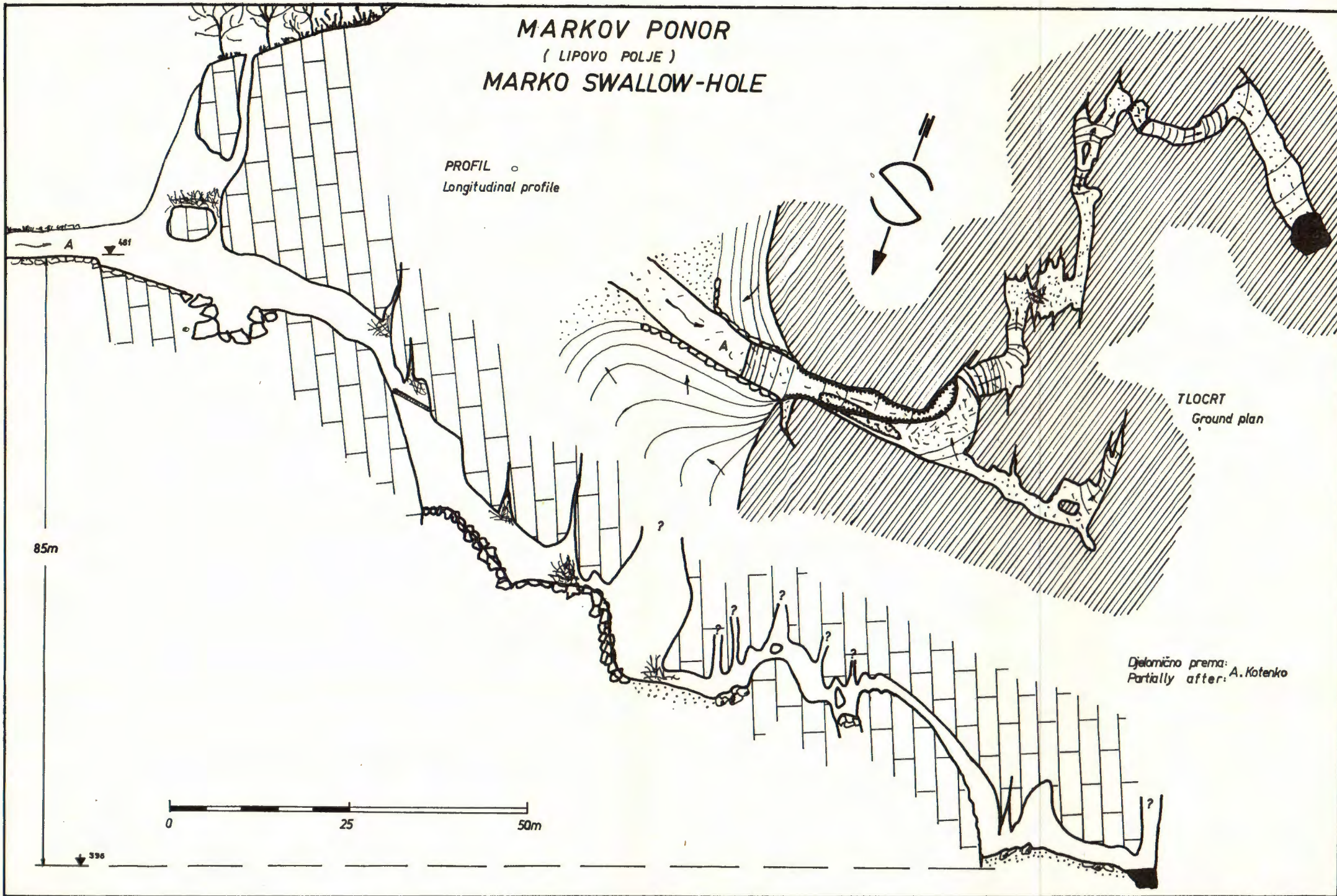
TLOCRT
Ground plan

Djelomično prema:
Partially after: A. Kotenko

85m



396



PREGLEDNA GEOLOŠKA KARTA PODRUČJA LIPOVO POLJE

GENERALIZED GEOLOGIC MAP OF THE AREA LIPOVO POLJE

Božičević, A. Milan, Šušun 1959. god.



LEGENDA — LEGEND

- Holocen — loes
- Tercijar — Promina — breče — Tertiary — Promina breccias
- Jurski vapenci — Jurassic limestones
- Jurski dolomiti — Jurassic dolomites
- Lam — Future
- Geološke granice — Geological boundaries
- utvrđena i postavljena — Determined — approximately
- Stalni tok — Permanent streams
- Povremeni tok — Periodical streams
- Ponor — Swallow-hole
- Ponor u kvartaru — Swallow-hole in Quaternary deposits

