

Jama Krubera (Voronja) u Arabičkom gorju

Alexander Klimchouk i Yury Kasjan

Predgovor

Na prijelazu stoljeća, u prvoj dekadi siječnja 2001, ekspedicija Ukrajinskog speleološkog saveza istražila je jamu Krubera (Voronja) u Arabici do rekordne dubine od 1710 m. Po prvi puta u povijesti speleologije najdublja jama na svijetu otkrivena je na području izvan srednje/zapadne Europe. Ovaj se događaj ističe kao najvrniji pothvat u istraživanju velikih dubina posljednjih desetljeća, i najveći je pojedinačni pomak u osvajanju dubina od 1975. godine. Prelaženje dosad najveće zabilježene dubine Lamprechtsofen-Vogelschachta u Austriji za 80 m, izuzetno je dojmljivo u usporedbi s pomacima ostvarenim pri postavljanju tri prijašnja dubinska rekorda, od kojih ni jedan nije bio veći od dvadesetak metara (–1602m 1989.g., –1610m 1998.g., –1632m 1998.g.). Ovaj članak u kratkim crtama opisuje speleološki potencijal Arabičkog gorja i povijest njegova istraživanja te daje neke pojedinosti o jami Krubera i nedavnom obaranju rekorda u istraživanju dubina.

Arabičko gorje: opće speleološke, geološke i hidrološke osobine

Arabičko gorje jedno je od najvećih vapnenačkih gorja na zapadnom Kavkazu. Nalazi se u Abhaziji, republici koja službeno pripada Gruziji premda se smatra nezavisnom državom. Pitanje nezavisnosti još uvijek je jedno od nerazriješenih političkih proturječja između Abhazije i Gruzije, koje je dovelo do velikog sukoba u razdoblju 1993-1994.

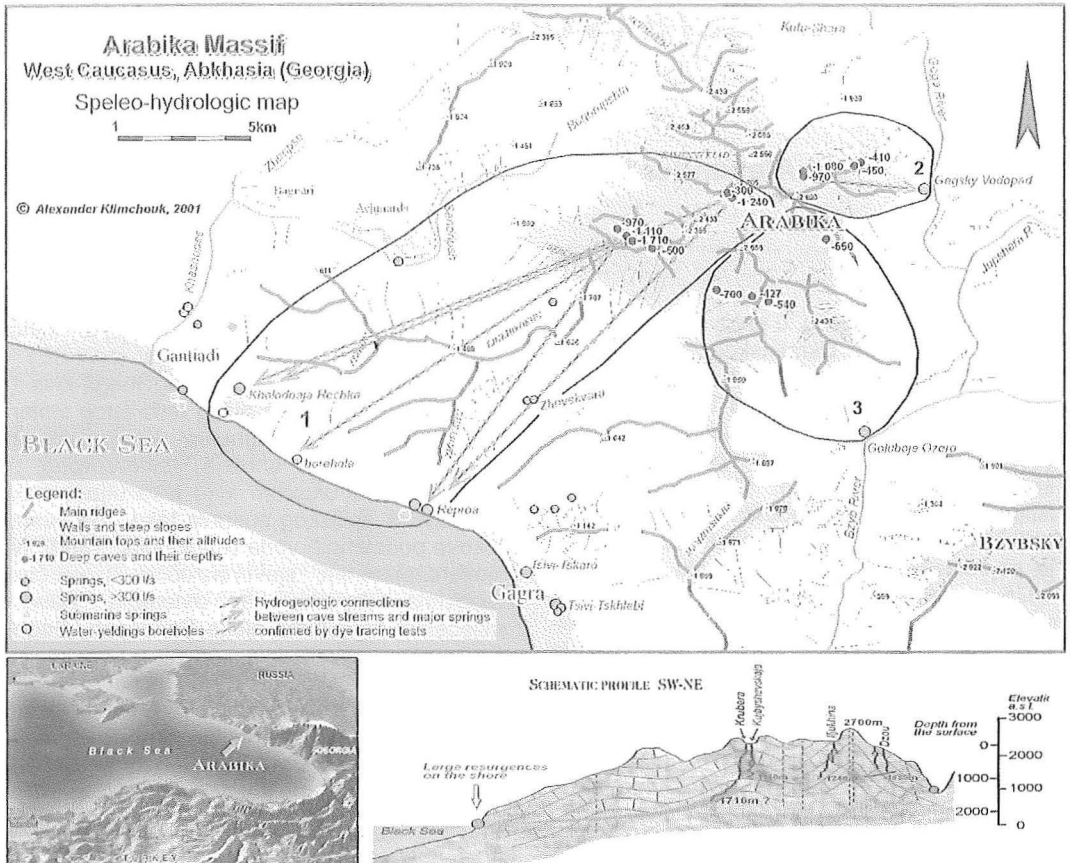
Ovo gorje snažno istaknutih krško-ledenjačkih površina na visinama između 1900 i 2500 m, izgrađeno je od gornjojurskih i donjokrednih vapnenaca. U središnjem dijelu Arabike formacije stijena kredne starosti preostale su jedino na nekim grebenima i vrhuncima, kao i u obliku malih površina duž korita dolina. Jezgreni dio gorja sastoji se od gornjojurskih slojeva koje bez prekida tonu

prema obali Crnog mora, gdje nestaju ispod današnje razine mora (slika 1, profil). Geološki promatrano, Arabika odgovara velikoj antiklinali sub-kavkaskog smjera pružanja (NW-SE) s blagim tonjenjem jugozapadnog mega-krila (s nekoliko pratećih bora nižeg reda istog smjera tonjenja) i strmo nagnutim sjeveroistočnim krilom. Gorje je snažno tektonizirano, s blokovskom strukturom koja jako utječe kako na razvitak špiljskog sustava tako i na sustav tokova podzemnih voda (Klimchouk, 1990). Na sjeverozapadnim, sjeveroistočnim i istočnim rubovima Arabika je omeđena duboko usječenim kanjonima rijeka Sandripsh, Gega i Bzyb. Ova posljednja odvaja Arabiku od susjednog Bzibskog gorja, još jednog područja na zapadnom Kavkazu s velikim speleološkim izgledima u kojem se nalaze jame Snezhnaja-Mezhonogo (–1370m), Pantjukhina (–1580m) i druge značajne jame.

Ledenjačke koritaste doline, nastale tijekom oledbi u kasnom pleistocenu, glavna su oznaka središnjeg dijela Arabičkog gorja (Klimchouk, 1984) zajedno s grebenima i planinskim vrhovima koji se protežu između njih. Središnji dio prikazan je sivom bojom na slici 1, koja prikazuje područje iznad granice šume, na visini od približno 1800-1900 m. Najviši vrh (Vrh speleologa) diže se u visinu od 2705 m. Neki lanci na nižim visinama pokriveni su šumama koje se prostiru od središnjeg dijela sve do Crnog mora.

Između nekoliko stotina poznatih jama u Arabičkom gorju ističu se duboke jame, koje su istražene tijekom 80-tih uključujući sustav Iljukhina (–1240 m), sustav Arabikskaja (Kujbyshevskaja-Gernikhova Bezdna; –1110 m), jamu Dzou (–1080 m), jamu Moskovskaja (–970 m), jamu Sarma (–700 m) i jamu Cherepash'ja (MN-53; –650 m).

Najdublja jama, Krubera, nalazi se u koritastoj dolini Ortobalagan, približno 300 m jugoistočno i 60 m iznad jame Kujbyshevskaja,



Slika 1: Speleo-hidrološka karta masiva Arabika

koja predstavlja glavni ulaz u sustav Arabikskaja. Premda jama Krubera nije izravno povezana s arabiskajskim sustavom, s njom vjerojatno tvori jedan jedinstveni hidrološki sustav.

Duboke jame formirane su pod jakim utjecajem tektonike. Neki dijelovi ovih jama pružaju se duž rasjeda, drugi se pak povijaju unutar većih tektonskih blokova, skrećući natrag u blok kad dođu do rasjeda. Glavni ogranak Kruberske jame višestruko mijenja smjer, spuštajući se strmo u dubinu vertikalnim ponorima koji su odvojeni kratkim meandrima. Sve u svemu, jama ne izlazi iz malog tektonskog bloka i ne širi se izvan granica koritaste ledenjačke doline.

Veći krški izvori s prosječnom izdašnošću od 1 do 4 m³/s smješteni su na visinama između 1 m (izvor Reproa) i 540 m (Gegskij vodopad) iznad razine mora. Ovdje ima i

podmorskih izvora koji se nalaze na dnu Crnog mora na dubinama između 20 i 40 m, a vjerojatno i dublje. Neke bušotine, locirane duž crnomorske obale, daju kršku podzemnu vodu s dubina između 40 i 280 m ispod morske površine. Obrisi hidrogeološke građe gorja i njegov stvarni speleološki potencijal otkriveni su 80-tih godina, kad je učinjen spektakularan napredak u istraživanju dubokih jama, a dva velika trasiranja bojom (1984 i 1985) dokazala su povezanost većih jama i izvora (Klimchouk, 1990; vidi sliku 1). Traseri ubačeni u Kujbishevskaju i Ijuhinu jamu pojavili su se na izvorima Holodnaja Rječka (1,5 m³/s; 50 m nm) i Reproa (2,5 m³/s; 1 m nm) na morskoj obali. Traser iz Kujbishevskaje otkriven je i u bušotini koja daje vodu na dubini 40 m ispod površine mora, a nalazi se između ova dva izvora. Na temelju ovih podataka bilo je moguće izdvojiti veliki Središnji krški hidrogeološki sustav, koji je s vertikalnom visinskom razlikom od preko

2300 m, u to vrijeme imao najveći speleološki potencijal na svijetu. Prostorno on se poklapa s najvećim dijelom jugoistočnog krila velike arabičke antiklinale. Traser ubačen u Moskovskaju jamu (-970m) otkriven je na izvoru Gegskij Vodopad. Ovaj smjer kretanja podzemnih voda ukazuje na prisutnost krškog sustava koji obuhvaća sjeveroistočno krilo Arabičke antiklinale (Sjeverni sustav, broj 2 na slici 1). Dosadašnjim trasiranjima nisu otkrivene nikakve veze s još jednim velikim izvorom, Goluboje Ozero, u kanjonu rijeke Bzib, premda on očigledno drenira veliko područje na jugoistoku gorja (hipotetski Istočni krški sustav cirkulacije podzemnih voda, broj 3 na slici 1). Ova cjelina ostaje time grubo zaokružena pa slivna područja nekih drugih značajnih izvora (posebice onih koji se nalaze u gradu Gagra) još nisu definirana. Povećanje broja dubokih jama s vodenim kanalima i daljnji eksperimenti s trasiranjem omogućit će stvaranje detaljnije slike u budućnosti.

Povijest proučavanja krša i istraživanja jama u Arabici.

Iz prilično bogate povijesti krških i

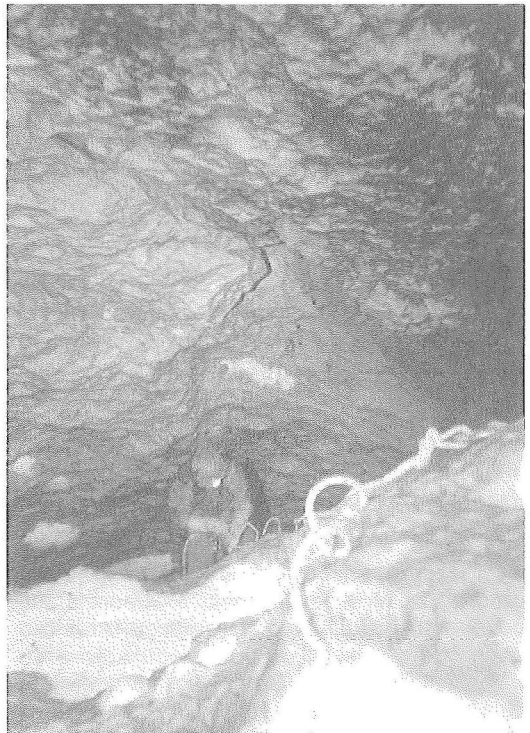
speleoloških istraživanja u Arabici spomenut ćemo samo nekoliko imena, događaja i okolnosti koje se čine najvažnijima u kontekstu suvremenih jamskih istraživanja.

Početkom 20. stoljeća Arabiku je posjetio čuveni francuski speleolog Edouard Alfred Martel koji je objavio nekoliko radova o ovom gorju (Martel, 1909). U vremenu 1909-1910, poznati ruski istraživač krša Aleksander Kruber, osnivač znanosti o kršu u Rusiji, obavio je nekoliko terenskih istraživanja u Arabici. Svoja je opažanja objavio u nizu stručnih radova (Kruber, 1911, 1912a, 1912b) i u svojim velikim monografijama. Tijekom gotovo 50 sljedećih godina nisu obavljena nikakva posebna proučavanja krša i jama na tom području, iako se krš Arabičkog gorja spominje u mnogim radovima koji se bave regionalnom geologijom i hidrogeologijom.

Početkom 60-tih započeli su gruzijski istraživači stručna speleološka istraživanja (Maruashvili, Tintilozov i Changashvili, 1961, 1962; Maruashvili i Tintilozov, 1963). Otkrili su značajnu ulogu kvartarnih oledbi u razvitku krša na Arabici te započeli s istraživanjem jama na višim dijelovima gorja. Usprkos očitim ograničenjima zbog slabe opreme, tehnike i



Slika 2: Ulaz u Kruberu



Slika 3: Prva vertikala u jami Kuberi

općenito "neodraslog" stanja sovjetske speleologije u ta vremena, gruzijski su istraživači istražili nekoliko vertikalnih jama (do dubine –250 m) i ukazali na znatan dubinski potencijal gorja. Između ostalog, prvi su istražili 60 m široku jamu u Ortobalaganskoj koritastoj dolini nazvavši je po A. Kruberu. Ta je jama na samom početku 21. stoljeća postala najdublja na svijetu. Međutim, četrdeset godina prije toga gruzijski su se speleolozi zaustavili pred neprelaznim suženjem u zavojitom prolazu koji se nastavljao od dna ulaznog otvora.



Slika 4: Yury Kasjan na 71- metarskoj vertikali na dubini od 600 m

Tijekom 60-tih gruzijski je istraživač Tamaz Kiknadze obavio neka dodatna istraživanja u Arabici, obradio dostupne podatke o geologiji i hidrogeologiji gorja te objavio svoj monografski opis (Kiknadze, 1972). Premda njegove ideje o strukturi krškog sustava kretanja podzemnih voda nisu potvrdili kasniji eksperimenti s trasiranjem, ta je knjiga predstavljala važan pregled o kršu i jamama Arabike.

Tijekom kasnih 60-tih i u 70-tima špiljarska društva iz Moskve, Krimeje i Krasnojarska povela su nekoliko ekspedicija u Arabičko gorje otkrivši nekoliko jama među kojima su najznačajnije bile Genrihova Bezdna u Ortobalaganskoj dolini (120 m duboki ulaz završavao je suženjem), zatim Jubilejnaja,

Karrovaja i Ahitarskaja jama u sjevernom dijelu koje su istražene do dubina –260 m, –200 m, odnosno –160 m. Uz samo šest jama preko 100 m dubine, dvije preko 200 m i nijednom preko 300 m koje su otkrivene prije kraja 70-tih, o Arabici su se među špiljarima proširili pomalo proturječni glasovi ("dobar potencijal, ali bez dubokih jama"). Obeshrabrenost Arabikom pojačavala je usporedba sa susjednim Bzibskim gorjem gdje su se istovremeno istraživale mnoge jame dubine 100 do 300 m, a neke i preko 500 m, uključujući i Snježnaju čija je dubina iznosila –1380 m. Zbog toga su do kasnih 70-tih špiljari praktično napustili Arabiku.

Godine 1980. Kijevski speleološki klub, koji je predvodio Alexander Klimchouk izabralo je Arabiku kao glavno žarište svojih istraživačkih napora primijenivši strategiju cjelovitog i sustavnog, "totalnog" pretraživanja na osnovi područje-po-područje. To se pokazalo naročito uspješnim u ovom intenzivno okršenom karbonatnom masivu, za razliku od prijašnje prakse "letimičnog" pregleda, budući da su ledenjački blokovi zapriječavali pristup mnogim jamskim ulazima. Nakon toga usvojen je i koncept "nema zatvorenih prolaza" (no dead ends), što je značilo ponovno pretraživanje svih poznatih jama i sustavni napad na prepreke kao što su začepljenja blokovima ili suženja koja su ranije zaustavljala istraživanje. Perovsko speleološko društvo iz Moskve predvođeno Vladimirom Iljukhinom primijenilo je ista načela i pridružilo se istraživačkoj aktivnosti na Arabici tijekom te iste godine.

Ovakav je pristup ubrzo doveo do važnih otkrića. Kijevski su špiljari usredotočili svoje napore na Ortobalagansku dolinu gdje su, između ostalih jama, pokrenuli niz ekspedicija u Kujbyshevskuju (–450 m 1981, –700 m 1982, –900 m 1985, –1110 m 1989). Glavna prepreka u ovoj jami bila su začepljenja blokovima pa je za proboj kroz samo jedno od njih (Ugrjum-Zaval na –700 m) trebalo tri godine mukotrpna rada. U međuvremenu, istraživanje je također napredovalo i u obližnjoj Genrihovoju Bezdni koja se konačno 1989. godine spojila s Kujbyshevskajom jamom na dubini –965 m. Ukupni sustav nazvan je Arabikskaja. U Kruberskoj jami za koju se pretpostavljalo da povezuje sustav Arabikskaja i povećava njegovu ukupnu dubinu za 60 m, istraživanje je napredovalo sporo zbog vrlo tijesnih meandara između vertikala, koji su zahtjevali proširivanje



Slika 5: Yury Kasjan priprema opremu za istraživanje

da bi se kroz njih prošlo. Jama je dosegla dubinu –340m tijekom 1982-1987 nakon čega je istraživanje zaustavljeno. Dva "prozora" u P43 na dubini između 220 i 250 m, koja su se vidjela na topografskoj karti napravljenoj u tom razdoblju, ostala su neistražena. Tijekom ovog razdoblja jama je dobila svoje drugo ime Voronja (Vranina jama) zbog brojnih vrana koje su se gnijezdile na jamskom ulazu. Još jednu jamu u toj dolini, Berčil'skaju jamu, smještenu 150 m iznad Krubere i 210 m iznad Kujbyshevskaje, počeli su istraživati kijevski i moldavski špiljari sve do vertikalnog začepjenja koje se pružalo gotovo neprekinuto od dna gornjeg 60 m dubokog vertikalnog ulaza do sadašnje dubine na –500 m.

Špiljari Perovskog društva, istraživali su u gornjem djelu Središnje ledenjačke doline. Najviše napora uložili su u prodor jame Perovskaja koja je kasnije preimenovana prema istaknutom sovjetskom speleologu Vladimiru Iljukhinu, nesretno poginulom u automobilskoj nesreći u gradu Gantiadi u koji se spustio iz Arabike poslije ekspedicije 1992. godine. Do prvog sifona na dubini od 950 m stigli su 1984. godine, a sljedećih su godina

uložili velike napore u svladavanje niza od tri sifona i "suhih" dijelova između njih (uključujući i 230 m dubok dio između drugog i trećeg sifona). Četvrti sifon na –1240 m, u kojem je 1987. proronjeno oko 110 m dužine, ostaje za sada kraj sustava. U ovom izuzetno napornom istraživanju jednu od vodećih uloga vodio je još jedan istaknuti sovjetski speleolog, Vladimir Kisseljov.

Važna otkrića na Arabici do kojih su u ranim 80-tim došli kijevski i moskovski špiljari privukla su mnoga špiljarska društva iz nekadašnjeg Sovjetskog Saveza. Špiljari iz Lenjingrada, Sverdlovska, Krasnojarska, Minska, Kišinjeva, Poltave, jednako kao i špiljari iz stranih zemalja poput Belgije, Velike Britanije, Mađarske, Italije i Francuske sudjelovali su u različito vrijeme u radovima na Arabici. Sva su istraživanja tijekom 80-tih bila blisko koordinirana, a svake godine bili su izrađeni planovi za tekuću godinu koji su se odnosili na pojedinačne grupe i određena područja. Rezultati su se iznosili na redovitim konferencijama o Arabici, koje su se održavale u Kijevu nakon svršetka svake terenske sezone. Do kraja tog desetljeća bilo je

istraženo 36 jama arabičkog gorja dubljih od 100 m, uključujući i sedam koje su bile dublje od 500 m.

Tijekom 1994. obavljena su dva velika pokusna trasiranja u Arabici u kojima su korištena tri različita trasera s ciljem da se utvrdi smjer tokova u jamama Kujbyshevskaja, Iljukhina i Moskovskaja. Praćeni su bili svi poznati izvori i bušotine oko arabičkog gorja. Eksperimenti su dokazali hidrološke veze Kujbyshevske i Iljukhine jame s većim izvorima na morskoj obali, udaljenim 14 - 20 km i vertikalnoj amplitudi od preko 2300 m. Može se reći da je desetljeće 80-tih rezultiralo dramatičnim napretkom speleoloških istraživanja u Arabici otkrivši njen stvarni dubinski potencijal (Klimchouk, 1990, 1991).

Politički i etnički sukobi u Abhaziji tijekom 1992-1994. nestabilnost i granični problemi koji su se nastavili tijekom kasnijih godina, zaustavili su speleološka istraživanja u Arabici. Bez obzira što su neke manje skupine špiljara povremeno posjećivale gorje tijekom ovog razdoblja, planiranje i izvedba velikih i ozbiljnih ekspedicija nisu bili mogući. Smirivanje situacije u Abhaziji od 1997. nadalje dopustilo je reaktiviranje istraživačkih pokušaja u Arabici.

Novija istraživanja u Arabici: proboj u jami Krubera

Godine 1998. ekipa CAVEX koja se sastojala uglavnom od kijevskih i moskovskih špiljara izvršila je proboj u jami Dzou u sjevernom dijelu Arabike, gdje su prethodno Vladimir Kisseljov i francuska ekipa iz Lyona došli do dubine od -700 m. Ekspedicije iz 1998. i 1999. rezultirale su otkrićem bočnih proširenja glavnog kanala riječnog kolektora u donjem dijelu produbivši poznati dio jame na -1080 m.

U kolovozu 1999. ekspedicija iz Ukrajinskog speleološkog društva (koja je uključivala špiljare iz Poltave, Harkova, Užgoroda i Dnjepro-petrovska) pod vodstvom Yurija Kasjana, otpočela je nove istražne radove u Ortobalaganškoj koritastoj dolini, u Arabiskaja sustavu i Kruberi. U stvari, glavni je cilj bio otkriti vezu između Kruberske i Kujbyshevske jame koja bi povećala ukupnu dubinu sustava za 60 m. U Kruberi, ekipa je provjerila dva "prozora" na bokovima P43 na dubini 220-250 m koji su ostali neistraženi od 1980-tih otkrivši nastavke u oba. Niži prozor

odveo ih je do novog ogranka koji je naizgled vodio prema Kujbiševskoj, ali ju je na kraju zaobišao i završio prostorijom Nije Kujbyshevskaja (Non-Kujbyshevskaja) na -490 m. Gornji prozor otvorio se u novi ogranak koji je istražen do -750 m tijekom ekspedicije 1999. godine. Aleksej Zhdanovich iz Užgoroda bio je predvodnik ovog proboja i istraživanja.

Ukr.S.A. ekspedicija iz godine 2000. tekla je u dva stadija, od kojih je oba vodio Yury Kasjan. Tijekom prvog stadija (kolovoz), u kojem su sudjelovali špiljari iz Užgoroda, Kijeva, Kostel've i Nove Kašovke, ispitan je i istražen glavni odvojak do -1215 m. U drugom stadiju se MDTE ekipa, koju je sastavljalo šest špiljara iz Španjolske (Sergio Garsia Dils de la Vega, Vilafranca Javier la Pera, Enrico Ogando Lastra, Juan Alberto Martin Otero, Alfredo Morena Rioxa, Raos Ignacio de Rafael) i dva špiljara iz Francuske (Bernard Tourte i Olivie Ubierno), pridružila Yuryu Kasjanu i Denisu Provalovu u nastavku istraživanja. Stigli su do dubine od 1410 m u dijelu kanala kroz koji je strujio zrak završivši suženjem. Pri usponu nakon posljednjeg odlaska na "dno", Yury Kasjan je otkrio "prozor" u zidu jame na -1340 m koji je obećavao produžetkom.

Ima mnogo stvari, od kojih se neke nalaze izvan područja racionalnog razmišljanja, koje iskusni špiljari uzimaju u obzir kad ocjenjuju perspektive daljnjih istraživanja. Na jesen 2000 godine jasno smo čuli "zov dubina" i nanjušili miris superdubine. Bila je to mješavina poznavanja općih osobina Arabike, povijesnih aspekata, poticaja posljednjih istraživanja, izuzetno sposobne ekipe koju smo imali na raspolaganju i nekih drugih, pomalo tajanstvenih osjećaja. Čak je i trenutak prijelaska stoljeća odigrao svoju ulogu. Nismo mogli čekati do sljedećeg ljeta pa smo odlučili organizirati sljedeću ekspediciju u Krubersku jamu tijekom zime, izuzetno teškog razdoblja u Arabici u smislu pristupa i uvjeta na površini. Među razumnim razlozima za takvu odluku bio je i strah od iznenadnog plavljenja na velikim dubinama koje se moglo očekivati tijekom ljeta ako bismo u jami ušli u pretpostavljeni glavni prolaz koji skuplja podzemne vode i kroz koji protječe snažna podzemna rijeka.

Jezgra zimske ekspedicije koja se organizirala pod barjakom Ukrajinskog speleološkog saveza bila je sastavljena od članova CAVEX (Cave Exploration) društva,

snažne grupe predanih kijevskih i moskovskih špijlara s velikim iskustvom dubokih jamskih istraživanja u zimskim uvjetima.

Zimska ekspedicija 2000-2001

Ekspedicija je započela 25. prosinca i sastojala se od jedanaest članova: Yury Kasjan (vođa), Julja Timoshevskaja i Anatolij Povjakalo (svi iz Poltave, Ukrajina); Oleg Klimchouk, Nikolaj Solovjov, Sergej Zubkov (Kijev, Ukrajina); Vitalij Galas (Užgorod); Konstantin Muhin, Denis Provalov, Dmitry Skljarenko (Moskva, Rusija) i Iljua Zharkov, bivši špijlar iz Sverdlovskaja, sada u Pennsylvaniji, SAD.

27. prosinca ekspedicija je stigla u Soči, glavni grad na ruskoj strani, i prešla abhazijsku

granicu. Dan kasnije helikopter je iz Suhumija, abhazijskog glavnog grada, doveo sve članove i ekspedicijsko osoblje u Ortobalagansku dolinu u Arabici.

Rad u jami započeo je 29. prosinca, a istog je dana jama je postavljena do prvog bivka na -500 m kamo je prebačena određena količina transportnih vreća. Tako brz početak bio je moguć zbog priprema koje su obavljene tijekom prethodne ekspedicije, a užad ostala sačuvana na početku glavnih vertikala. Do 31. prosinca jama je postavljena do dubine od 850 m i velik je broj vreća dopremljen do te točke. U međuvremenu, posebna je ekipa proširivala tri suženja u gornjem dijelu jame (probijena još tijekom 80-tih zahvaljujući kijevskim speleolozima, ali još uvijek jedva prohodna) sve dok kroz njih nije bio omogućen lagan prolaz, a što je bilo značajno zbog kretanja velikog broja ljudi i transporta opreme u oba smjera.

U ponoć 31. prosinca svi su se članovi ekspedicije skupili na površini, u maloj špilji blizu kampa pretvorenoj u kuhinju i blagovaonicu, kako bi proslavili Novu godinu, početak novog stoljeća i tisućljeća. Svi i sve je bilo spremno za novi svjetski dubinski rekord.

Dana 1. siječnja rad u jami se nastavio. Sljedećeg dana najdalja je grupa postavila glavni bivak na -1215 m, a na površini više nije bilo nikoga. Svaki je član ekspedicije trebao obaviti različit zadatak. Dana 3. siječnja čelna grupa je stigla do 2 "prozora" na -1340 m i započela novo istraživanje. Pravo da se prvi spusti u novu jamu u ovoj ekspediciji dobio je najmlađi član Anatolij Povjakalo, koji je slavio 18-ti rođendan. Do kraja tog dana dosegnuta je dubina od 1450 m.



Slika 6: Prvo spuštanje niz novo otkrivenu vertikalu, na dubini od 1360 m

Raniji dubinski rekord Lamprechtsofen-Vogelschahta oborio je tijekom noći između 4. i 5. siječnja par Muhin-Zharkov. Oni su se spustili u nekoliko novih jama, uključujući i impozantnu P49 koja je prolazila kroz gotovo crne vapnence¹, i stigli na dubinu od oko

¹Jama je dobila ime po Kimu Cunninghamu, dobro poznatom američkom znanstveniku, istraživaču jame Lechuguilla, i dobrom prijatelju ukrajinskih speleologa, koji je umro oko tjedan dana prije početka ekspedicije.

1680 m gdje su se zaustavili na otvoru nove jame. Ove vijesti, koje su stigle u bivak na visini 1215 m ujutro 5. siječnja, izazvale su veliko uzbuđenje među svim prisutnima. Sljedeća dva para istraživača krenula su u nastavak proboja, a Denis Provalov je otišao na površinu kako bi objavio novosti ostatku svijeta preko mobitela. Dana 6. siječnja ove su vijesti objavljene u civiliziranom svijetu.

Jama na dubini –1680 m bila je, pokazalo se, posljednja u ovoj ekspediciji. Stigla je do velike dvorane čiji je izlaz bio začepljen velikim blokom, što je za sada njena najdublja točka (1710 m). "Prozor" iznad začepljenja vodio je u niz odvojenih manjih dvorana, ali bez vidljivog nastavka. Druga četvorica članova ekspedicije također su pristigla na dno kako bi obavila dodatni pregled i podizanje užadi s najdonjeg dijela. Velika je prostorija nazvana Dvorana sovjetskih speleologa u čast dugog i mukotrpnog puta mnogih generacija speleologa bivšeg Sovjetskog Saveza koje su doprinijele ovom značajnom postignuću.

Do noći 9. siječnja svi članovi ekspedicije i sva oprema bili su već na površini. Sljedeći dan iskorišten je za oporavak, a 11. siječnja sve je bilo spremno za odlazak helikopterom koji je trebao stići tog dana. Međutim, helikopter nije stigao zbog vremenskih uvjeta u Suhumiju.

Došlo je vrijeme da platimo za tako lagan rad u jami. Tijekom noći vrijeme se u Arabici dramatično pogoršalo i čitav sljedeći dan proveden je u oprastanju od nade za dolaskom helikoptera: snažan vjetar, gusti snijeg i slaba vidljivost. To se nastavilo i tijekom sljedeće noći, a vremenska prognoza za sljedećih nekoliko dana koju smo dobili putem telefona bila je nepovoljna. Konačno, ekipa je odlučila ostaviti svu opremu osim lagane kamp opreme i uputiti se pješice niz planinu. Bio je to rizičan pothvat zbog očite opasnosti od lavina na putu do granice šume, oko 5 km udaljenosti sa znatnim preprekama. Ekipa, koja se podijelila u dvije skupine, s velikim je naporom prtila stazu u dubokom snijegu kad se, negdje na sredini puta, velika lavina ispriječila na putu neposredno ispred prve skupine. Zahvatila je i zatrpala čelnog čovjeka, Anatolija Povjakala. Iskopali smo ga za kratko vrijeme, uplašenog, ali neozlijeđenog. Tu noć smo proveli u šumi, a poslijepodne sljedećeg dana, 14. siječnja, ekipa je naišla na tragače u kanjonu rijeke

Sandripsh, koje su vodili domaći čovjek, Vatik Vartanjan i speleolog iz Bresta, Sergej Krasko. Sergej je stigao dan ranije avionom kako bi koordinirao moguću operaciju spašavanja. Bio je to sretan završetak aktivnog dijela ekspedicije.

Dana 16. siječnja vrijeme se donekle popravilo i dopustilo brzi helikopterski prelet do Arabike kako bi se otpremila sačuvana oprema. U Kijevu i Moskvi članove ekspedicije dočekali su orkestar, šampanjac, cvijeće, prijatelji speleolozi, novinari i televizijske ekipe.

Tehnika i oprema

Istraživanje je provedeno korištenjem standardne europske tehnike jednostrukog užeta. Za opremanje jame bilo je nužno preko 2000 m užadi i oko 300 klinova. Gotovo posvuda je užad bila postavljena iznad i podalje od vodnih tokova i intenzivnog prokaplivanja tako da nije bilo potrebe za suhom odjećom pri radu u jami. Tijekom zimske ekspedicije bila su korištena dva podzemna bivka, jedan na –500 m, a drugi na –1215 m. Prvi bivak, smješten na dnu P152 bio je izložen opasnosti od obrušavanja kamena. Za daljnje radove u najdubljem dijelu može se postaviti bivak u Dvorani sovjetskih speleologa na –1710 m premda treba razmotriti mogućnost lokalnog plavljenja zbog začepljenosti blokovima na dnu jame.

Bivak na –1215 m mogao je udomiti osam speleologa. Istraživanje donjeg dijela jame nastavljalo se kontinuirano u dvije smjene radom četiriju parova speleologa. Svi članovi ekspedicije imali su priliku raditi u području dna jame ispod –1600 m, a devet od njih bilo je na samom dnu.

Topografsko kartiranje i procjena dubine

Topografsko kartiranje jame provedeno je korištenjem Suunto i sovjetskih "geoloških" kompasa i klinometara. Osim toga, korišteni su Casio satni altimetri za kontrolu dubine u nizu sukcesivnih mjerenja. Dubina najniže točke u jami bila je 1720 m prema altimetrima, a 1710 m prema mjerenjima klinometrima; ova druga brojka uzeta je na kraju kao "službena" vrijednost. Općenito, rezultirajuća karta i profil odgovaraju BCRA stupnju 4.

U rujnu 2000 MRDE ekipa obavila je nezavisna mjerenja dubine do točke -1410 m s dva precizna altimetra otkrivši podudarnost unutar pet metara s dubinskim procjenama za različite točke koje su ranije donesene na bazi mjerenja klinometrom.

Kratke primjedbe o jami i daljnje perspektive

Jama je formirana u debelo uslojenim i masivnim gornjojurskim vapnencima u tjemenskoj zoni Berčil'ske antiklinale. Vapnenci postaju sve pjeskovitiji počevši s dubinom oko 300 m, s najvećim sadržajem pijeska u dubinskom intervalu 400-600 m, što je karakteristična crta već prije zamiječena u susjednoj Kujbyshevskoj jami.

Glavni kanal Krubere razvija se strmo u dubinu vertikalnim skokovima koji su međusobno odvojeni kratkim meandrima, skrećući lagano prema južnom krilu antiklinale. Osim "ne-kujbyshevskog" ogranka koji se proteže gotovo 500 m prema sjeverozapadu, jama, koja pravi petlju unutar vrlo malog područja (400 x 400 m), ostaje u malom tektonskom bloku i ne širi se dalje od južnog grebena koritaste doline.

I po stupnju morfološkog razvitka i hidrogeološki Krubera ustupa mjesto Kujbiševskoj jami. Mali vodotok (do 1 l/sec) javlja se u jami na dubini od oko 340 m. Taj tok nestaje i pojavljuje se ponovno na različitim razinama, ali nikad se značajnije ne pojačava.

Na svojem sadašnjem dnu na -1710 m (530 m iznad razine mora) jama niti postaje glavni kolektor podzemnih voda niti pokazuje bilo kakva znaka ozbiljnijeg poplavlivanja koje bi ukazivalo na veliku blizinu baze podzemnog toka. Te crte, zajedno s već prije dokazanom povezanošću Arabiskajskog sustava s velikim izvorima na obali Crnog mora ukazuje na veliki potencijal produbljenja jame za barem 150-200 m (suzdržana pretpostavka) ili za gotovo 300-350 m uz optimistične procjene.

Jednako realna je i mogućnost povezivanja s jamama čiji se ulazi nalaze na većim nadmorskim visinama. Najveće izgleda daju obližnja Berčil'skaja jama (-500 m) smještena 150 i Martelova jama koja je smještena 80 m iznad ulaza u Kruberu. Stoga su i mogućnosti da se otkrije sustav dublji od 2000 m u ovom

području u bliskoj budućnosti izuzetno povoljne.

Ukrajinski speleološki savez i udruženje CAVEX nastavit će sa snažnim i redovitim naporima tijekom sljedećih nekoliko godina, kako ljeti tako i u zimskom periodu, da bi u potpunosti istražili Kruberu i druge jame u Ortobalaganskoj dolini, s krajnjim ciljem da otkrije i istraži prvu jamu na svijetu dublju od 2000 m.

Zahvale

Članovi zimske ekspedicije iskreno zahvaljuju tvrtkama BASK i Alpindustria iz Moskve koje su donirale dio opreme i tvrtki Canon, predstavništvu u Moskvi, koja ih je opskrbila s video i foto kamerama.

LITERATURA:

Kiknadze, T.Z. 1972. Karst of the Arabika massif. Tbilisi: Metzniereba. 245 pp. (in russian).

Klimchouk, A.B. 1984. On impact of the late Quaternary glaciations on the karst development of the Arabika massif (Caucasus). Izvestia VGO (Leningrad), 116 (2). 165-170. (in russian).

Klimchouk, A.B. 1990. Karst circulation systems of the Arabika massif. Peschery (Caves), inter-university scientific transactions, Perm: Perm University. 6-16. (in russian).

Klimchouk, A. 1991. Le grotte del massiccio di Arabika. La Rivista del CAI, 112 (1). 37-47.

Kruber, A. A. 1911. Karabi-Yuajla and the Arabika massif. Zemlevedenie (Moscow), 18 (3). (in russian).

Kruber, A.A. 1912a. The voyage to Arabika. Estestviznanie i geografija. (in russian).

Kruber, A.A. 1912b. From observations of karst in the vicinity of Gagra and Karabi-Yuajla. Zemlevedenie (Moscow), 19 (1-2). (in russian).

Martel, E.A. 1909. La Cote d'Azur Russe (Riviera du Caucase). Ch. XVI: La massif de l'Arabika. Paris.

Maruashvili, L.I., Tintilozov, Z.K. and Changashvili, G.Z. 1961. The results of

speleological explorations carried out in 1960 on the Arabika limestone massif. Izvestia AN GSSR (Tbilisi), XXVI (5). (in russian).

Maruashvili, L.I., Tintilozov, Z.K. and Changashvili, G.Z. 1962. Karst and ancient glaciation in Arabika. Abstracts of papers of the

2nd scientific session of speleologists. Tbilisi: AN GSSR. (in russian).

Maruashvili, L.I. and Tintilozov, Z.K. 1963. The results of the recent speleological explorations in the karstic belt of the Western Georgia in 1957-1960. Zemlevedenie (Moscow), nov. ser. VI. (in russian).

ABSTRACT

Krubera (Voronja) Cave in the Arabika Massif

Alexander Klimchouk and Yury Kasjan

In the turn of the centuries, in the first decade of January 2001, the expedition of the Ukrainian Speleological Association explored Krubera (Voronja) cave in Arabika to a record-breaking depth of -1710 m. For the first time in the history of speleology the world deepest cave has been explored outside of the Central/Western Europe. It stands alone as the most remarkable achievement in super-deep exploration of the recent decades, the largest single breakthrough in depth conquest since 1975. Overcoming of the previous depth record of Lamprechtsofen-Vogelschacht in Austria by 80m is particularly impressive compared to the three previous records, each of which raised the bar no more than about twenty meters (to -1602 m in 1989, -1610 m in 1998, -1632 m in 1998).

The Arabika Massif is one of the largest limestone massifs of the Western Caucasus. It is located in Abkhazia, the republic that officially belongs to Georgia although claims as an independent state. The latter is the matter of still unresolved political contradictions between Abkhazia and Georgia that caused the major conflict in 1993-1994.

The massif, with strongly pronounced glaciokarstic surfaces at elevations ranging between 1900 to 2500 m, is composed by the Lower Cretaceous and Upper Jurassic limestones. The massif is severely tectonised, with the fault-block structure strongly controlling both cave development and groundwater flow systems (Klimchouk, 1990).

In 1984-1985 two large-scale dye tracing experiments were conducted in Arabika, in which three different tracers were used to trace shaft flows in Kujbyshevskaja, Iljukhina and Moskovskaja caves. All known springs and boreholes were monitored around the massif. These experiments have proven hydrologic links from Kujbyshevskaja and Iljukhina caves with the major springs at the seashore over the direct lateral distance of 14-20 km and vertical amplitude of over 2300 m.

Among several hundreds caves known in the Arabika massif, some deep caves stand out explored during 80's including Iljukhina system (-1240m), Arabikskaja system (Kujbyshevskaja-Genrikhova Bezdna; -1110m), Dzou Cave (-1080m), Moskovskaja Cave (-970m), Sarma Cave (-700m) and Cherepash'ja Cave (MN-53; -650m).

The deepest cave, Krubera, is located in the Ortobalagan valley, some 300 m to the south-east of, and 60 m above the Kujbyshevskaja Cave, the main entrance to the Arabikskaja system. Although Krubera Cave is not connected directly to the Arabikskaja system, it most probably forms a single hydrological system with the latter.

In the beginning of 60's specific speleological investigations have been started by Georgian researchers (Maruashvili, Tintilozov and Changashvili, 1961, 1962; Maruashvili and Tintilozov, 1963). Georgian researchers explored several vertical caves (up to -250 m) and pointed out a considerable

depth potential of the massif. In particular, they made a first exploration of an open-mouth 60 m shaft in the Ortobalagan valley and named it after A. Kruber, the cave that in the very beginning of the 21st century became the deepest in the world.

In 1980 the Kiev Speleological club led by Alexander Klimchouk have chosen Arabika as the main focus for its exploration efforts and implemented a strategy of thorough and systematic "total" search on the area-by-area basis. In the Krubera Cave, which was supposed to connect the Arabikskaja system and increase its total depth in 60m, exploration progressed slowly because of critically tight meanders between pits that required some widening to get through. The cave was pushed to -340m during 1982-1987 and then exploration was suspended. Two "windows" in the P43 in the depth range of 220-250m, indicated on the cave topography made in that period, remained unexplored. During this period the cave received its second name Voronja (Crow's cave) due number of crows nested in the entrance shaft.

A new phase of explorations started in August 1999 with the expedition of the Ukrainian Speleological Association (that included cavers from Poltava, Kharkov, Uzhghorod and Dnepropetrovsk) led by Yury Kasjan, has re-started the work in the Ortobalagan valley, in the Arabikskaja system and Krubera. In fact, the main target was to find a connection between the Krubera and Kujbyshevskaja caves that would increase the total depth of the system of 60 m. In Krubera, the team has checked the two "windows" in the walls of the P43 in the depth range of 220-250 m, which remained unexplored since 1980s, and found continuations in both. The lower window has led to a new branch that seemingly headed toward Kujbyshevskaja but eventually missed it and ended up with a chamber (Non-Kujbyshevskaja) at -490 m. The upper window has opened to another branch that has been explored to -750m during the 1999 expedition. Alexey Zhdanovich from Uzhghorod has been instrumental in this breakthrough and exploration.

The Ukr.S.A. expedition in 2000 ran in two stages, both led by Yury Kasjan. During the first stage (August), in which cavers from Poltava, Uzhghorod, Kiev, Kotel'va and Novaja Kakhovka participated, the main branch was

explored and surveyed to -1215 m. On the second stage the MTDE team, composed of six cavers from Spain (Sergio Garsia Dils de la Vega, Vilafranca Javier la Pera, Enrico Ogando Lastra, Juan Alberto Martin Otero, Alfredo Morena Rioxa, Ramos Ignacio de Rafael) and two cavers from France (Bernard Tourte and Olivie Ubierno) joined Yury Kasjan and Denis Provalov to continue exploration. They have reached the depth of 1410 m in a branch piece that seemed to loose air drift and ended with a squeeze. When ascending after the very last trip to the "bottom", Yury Kasjan has found a "window" in the wall of a pit at -1340 m, which promised to give a continuation.

The last expedition began on December 25 and consisted of eleven members: Yury Kasjan (the leader), Julja Timoshevskaja and Anatolij Povjakalo (all from Poltava, Ukraine); Oleg Klimchouk, Nikolaj Solovjov, Sergey Zubkov (Kiev, Ukraine); Vitalij Galas (Uzhghorod); Konstantin Moukhin, Denis Provalov, Dmitry Skljarenko (Moscow, Russia) and Iljua Zharkov, former Sverdlovsk caver, currently based in Pennsylvania, USA.

Work in the cave started on December 29 and in the same day the route was rigged to the first camp at -500 m, to which some amount of bags was transported. Such quick start was possible due to preparations made during previous expeditions and ropes conserved at the tops of main pits. Till December 31 the route has been rigged up to -850 m and many bags were transported to that point. Meantime, a special team has widen three squeezes in the upper section of the cave (broken yet back in 80s by Kiev cavers but still being hardly passable) to a degree that allowed easy travel of many people and bags back and forth through them.

Till the midnight of December 31 all the expedition members gathered on the surface, in a small cave near the camp, converted into a kitchen and dining room, to celebrate the New Year and the beginning of the new century and the millennium. Everything and everyone were prepared to the new world's depth record.

On January 1 the work in the cave continued. On the next day an advanced group has set up the main camp at -1215 m and since no one remained at the surface. All the expedition members carried out various tasks of this assault. On January 3rd the advanced group has reached the "window" at -1340 m

and began new exploration. The right to descent the first new pit in this expedition has been granted to the youngest member Anatolij Povjakalo, who had his 18 years birthday. Till the end of this day the depth of about 1450 m has been reached.

The previous depth record of Lamprechtsofen-Vogelschacht has been broken during the night of January 4-5 by the pair of Moukhin-Zharkov. They descended few new pits, including impressive P49 that went through almost black limestones, reached the depth of about -1680 m and stopped at the mouth of the next pit. This news, delivered to the camp at -1215 on the morning of January 5th, has indeed brought all its population into a great excitement. Next two pairs of explorers went to push the cave further and Denis Provalov went to the surface to bring this news to the rest of the world via mobile phone. On January 6th the news has been reported to civilization.

The pit at -1680 m has turned out to be the last one in this expedition. It has led to the big chamber with a boulder choke in the far end, the deepest point reached so far (-1710 m). A "window" above the boulder choke has led to a series of smaller breakdown chambers but gave no apparent continuation. Other four expedition members have also visited the bottom area for additional inspection, survey and de-rigging of the lowest part. The big chamber has been named the Chamber of Soviet Speleologists, to appreciate a long and hard way of many generations of cave explorers of the former Soviet Union to this remarkable achievement.

Till the night of January 9th all the expedition members and equipment were already on the surface. Due to the bad weather the expected helicopter did not come, and the team has decided to leave all the equipment but light camping stuff and force the way down by feet. It has been the risky venture due to the apparent avalanche hazard on the way to the

tree line, some 5 km distance with a considerable traverse. January 14, the team has met a track in the Sandripsh canyon, led by a local supporting person Vatik Vartanjan and a caver from Brest Sergey Krasko. Sergey has arrived by air a day before to co-ordinate an expected rescue operation. This was a happy end of the active part of the expedition.

On January 16 the weather has improved to a degree that allowed making a quick helicopter fly to Arabika to take away the conserved equipment. In Kiev and Moscow the expedition members were greeted by orchestras, champagne, flowers, caving friends, reporters and television crews.

Instead of conclusion it should be mentioned that at its present bottom at -1710 m (530 m above sea level) the cave neither enters a main collector river passage nor shows any signs of considerable flooding that would indicate close proximity to its base level of a collector. These features, together with the previously proven connection of the Arabikskaja system to large springs at the Black Sea shore, suggests clear potential to deepen the cave by at least 150-200 m (estimated conservatively) or up to 300-350 m with more optimistic estimation.

Equally realistic is the attempt to connect caves with entrances that are at higher elevations into the Krubera Cave main system. The best prospects are the nearby Berchil'skaja Cave (-500 m) entered 150 m above, and Martel's Cave located some 80 m above. Hence, the possibilities of gaining a 2000 m system in this area in the near future are exceptionally good.

The Ukrainian Speleological Association and CAVEX Association will continue strong and regular efforts during next several years, both in summer and winter periods, in order to fully explore Krubera and other caves of the Ortobalagan through valleys with an ultimate goal to explore the first cave deeper than 2000 m on the Earth.