

## TICHÝ ZABIJAK Z JAZERA

Prvýkrát sa to stalo v roku 1984 v Kamerune v západnej Afrike. V blízkosti jazera Monoun našli 37 mŕtvov. Vyzeralo to, že všetci zomreli bez boja, akoby náhle podľahli nejakej vysoko infekčnej chorobe. Začalo sa povrávať, že môže ísť o účinok biologickej zbrane neznámeho páchatel'a, preto vláda USA vyslala na toho miesto vedca, profesora Heraldura Sigurdssona, aby to preskúmal. Biologická zbraň bola hneď vylúčená, pretože všetko nasvedčovalo tomu, že obeť sa zadusili.



*Obeť jazerného zabijaka*

Postupne sa nazbierali tri indície. Niektorí očití svedkovia videli biely oblak, ktorý rýchlo zmizol, iní cítili zvláštny zápach, ako skazené vajcia a pušný prach. A všetky mŕtvolky boli nájdené v blízkosti jazera. Sigurdsson sa preto rozhodol preskúmať jazero. To, čo našiel, ho prekvapilo. Voda pri dne bola nasýtená nejakým plynom, ktorý pri odoberaní vzoriek unikal von v podobe bubliniek. Po chvíli si uvedomil, o aký plyn ide. Je len jeden plyn, ktorý je v malom množstve úplne neškodný, ale vo veľkom spôsobuje udusenie. Oxid uhličitý. To pred ním otvorilo ďalšiu otázku: Čo spôsobilo, že sa také obrovské množstvo oxidu uhličitého uvoľnilo na povrch?



*Jazero Nyos*

Kým na túto otázku našiel odpoveď, zabijak zaútočil znovu. V roku 1986, v okolí jazera Nyos, rovnako ako v predchádzajúcom prípade v africkom štáte Kamerun, nechal po sebe 1 700 mŕtvych ľudí a 3 500 kusov domácich zvierat. Indície boli po-

dobné – jazero, oblak, zápach, niektorí počuli zvuk ako pri výbuchu a veľa ľudí malo na tele spáleniny. Keďže Monoun aj Nyos sú sopečné jazerá, začalo sa uvoľnenie oxidu uhličitého dávať do súvislosti so sopečnou činnosťou.

Znovu sa na scéne objavili Američania. V okolí krátera hľadali akékoľvek náznaky nedávnej sopečnej činnosti, ale žiadne nenašli. Voda v jazere taktiež neniesla známky vulkanickej aktivity, ako sú napríklad vysoká teplota vody pri dne a zvýšené množstvo síry a chloridov vo vode.

Profesor Sigurdsson zatiaľ v USA analyzoval svoje vzorky oxidu uhličitého z jazera Monoun. Chcel zistiť, z akého zdroja jazerný plyn pochádza. Rastliny produkujú jeden typ uhlíka, sopečná činnosť druhý, ale toto bolo niečo úplne iné. Oxid uhličitý pochádzal z vnútra Zeme, bez akéhokoľvek pričinenia vulkanickej aktivity. To ho naviedlo na úplne novú teóriu, ktorá sa ukázala ako pravdivá.

### Teória limnickej erupcie

Limnická erupcia (názov je odvodený od vedného odboru limnológia – náuka o riekach a jazerách) je ojedinelý typ prírodnej katastrofy, pri ktorej dochádza k uvoľneniu veľkého množstva oxidu uhličitého z vody pri dne jazera, pričom všetko živé v okolí sa zadusí. Často má za následok aj prílivovú vlnu, keď spolu s oxidom uhličitým stúpa k hladine aj voda. Podmienkami sú: voda pritekajúca do jazera nasýtená oxidom uhličitým, ktorý sa hromadí pri dne, vyššie vrstvy vody sa so spodnou nemiešajú, studená voda pri dne nasvedčujúca tomu, že jazero nie je priamo spojené s vulkanickou aktivitou, a udalosť, ktorá vyvolá uvoľnenie oxidu uhličitého z dna.

Oxid uhličitý sa do jazera dostáva z podzemných prameňov, ktoré sú nasýtené oxidom uhličitým unikajúcim z hlbších zemských vrstiev, a hromadí sa pri dne jazera. Dno jazera predstavuje čosi ako fľašu s bublinkovým nápojom – v obidvoch je oxid uhličitý rozpustený vo vode (čiže netvorí bublinky). Lepšie sa rozpúšťa pri vyššom tlaku, čo vysvetľuje, prečo sa bublinky vytvoria až po otvorení fľaše – pretože sa zníži tlak a plyn prestáva byť rozpustený. V prípade jazera je to podobné – pri dne je najväčší tlak, a preto je tam oxid uhličitý rozpustený. Oxid uhličitý sa lepšie rozpúšťa v chladnejšej vode, ktorá je pri dne. Ide o jazerá v tropickej oblasti, kde sa teploty počas roka veľmi nemenia, a preto nedochádza k ochladzovaniu a otepľovaniu, a tým pádom ani k miešaniu vody v jazere. Čím bližšie k dnu, tým je voda chladnejšia.

Keď sú spodné vrstvy vody v jazere nasýtené oxidom uhličitým, už len čakajú na nejakú udalosť, ktorá vyvolá erupciu. V prípade jazera Nyos to bol zosuv kamennej steny, ale môže to byť aj vulkanická aktivita, zemetrasenie, výbuch, prípadne silný vietor či búrka. V každom prípade ale dochádza k posunu nasýtenej vrstvy vody vyššie, kde je tlak nižší, a preto oxid uhličitý prestáva byť rozpustený a tvorí bublinky. Vytvára sa komín uvoľňovaného oxidu uhličitého, ktorý čoraz rýchlejšie vystupuje na povrch. A berie so sebou aj vodu, ktorá potom, keď sa chce vrátiť naspäť do jazera, vytvorí prílivovú vlnu. Táto vlna je rôzne veľká podľa množstva vody, ktoré sa spolu s oxidom uhličitým dostane nad hladinu.

Nad hladinou sa vytvorí oblak oxidu uhličitého, ktorý sa postupne šíri po okolí. Keďže oxid uhličitý je ťažší ako vzduch, oblak sa drží pri zemi a vzduch vytláča vyššie. Preto keď sa



dýchajúci organizmus ocitne v takomto oblaku, zadusí sa, lebo nemá čo dýchať. Nie je tam žiadny kyslík.

Ostávalo už len vyriešiť dve otázky – čo spôsobuje záhadný pach pokazených vajec a pušného prachu a prečo vznikli na koži obetí popáleniny a pľuzgiere. Zápach bol vysvetlený halucináciami pri dýchaní vzduchu s vysokým množstvom oxidu uhličitého. Na popáleniny sa našla hypotéza, že vlastne nejde o popáleniny, ale o pľuzgiere spôsobené nedostatočným prístupom kyslíka k daným tkanivám. Nevie sa, či sú tieto vysvetlenia stopercentne správne, ale lepšie zatiaľ nie sú.

### Ako zastaviť vraha

Všetkým bolo jasné, že Nyos a Monoun sú časované bomby a že treba konať, kým sa znovu niečo nestane. Jediným možným riešením sa ukázalo odstránenie oxidu uhličitého z dna týchto jazier. To sa začalo v prípade jazera Nyos naplno v roku 2001 a v prípade jazera Monoun v roku 2003. Odstraňovanie oxidu uhličitého je vlastne kontrolované spustenie limnickej erupcie.

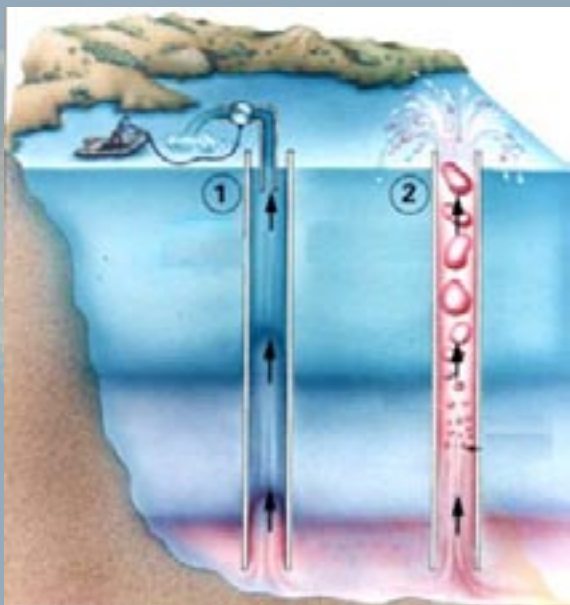


Schéma odstraňovania oxidu uhličitého z dna jazera

V prvom kroku sa od vodnej hladiny kolmo na dno zavedie rúra. Na jej vrchu je pumpa, ktorá pumpuje vodu smerom hore, čiže nasýtenú vodu posúva do miest, kde je menší tlak, a oxid uhličitý sa uvoľní. Vzniká komín uvoľňovaného oxidu uhličitého a od tohto momentu to už beží samovoľne, ako keby prebiehala limnická erupcia. Bublinky oxidu uhličitého stúpajú a berú



Odstraňovanie oxidu uhličitého z jazera Nyos – voda je vytlačaná spolu s oxidom uhličitým

so sebou ďalšiu vodu, z ktorej sa uvoľňuje ďalší oxid uhličitý. A deje sa to, až kým množstvo oxidu uhličitého trochu neklesne. Problémom je, že trvá dlho, kým sa odstráni dostatočné množstvo oxidu uhličitého.

### Príbeh však nekončí...

Keď už vedci vedeli, ako funguje limnická erupcia, chceli zistiť, či nie sú takto ohrozené aj ďalšie jazerá. Našli jedno – jazero Kivu na hranici Konga a Rwandy. Toto jazero je 2 000-krát väčšie ako Nyos a v jeho okolí žijú dva milióny ľudí. Vo svojich hĺbkach skrýva nielen oxid uhličitý, ale aj iný nebezpečný plyn – metán, ktorý je vysoko výbušný. Lokálny pivovar ho čerpal od roku 1980 a používal na svoju činnosť. Nameraná koncentrácia oxidu uhličitého pri dne jazera bola oveľa nižšia ako v prípade Nyosu, takže jazero Kivu vyzeralo byť bezpečné.



Jazero Kivu – na prvý pohľad bezpečné

Analýzy sedimentov z dna jazera ukázali, že k limnickej erupcii dochádza v tomto jazere každých približne tisíc rokov. V roku 2002 sa všetci začali obávať najhoršieho – zo sopky začala vytekať láva a stekala priamo do jazera Kivu. Zázračne sa však zastavila predtým, ako dosiahla plynmi nasýtené spodné vrstvy. Jazero však leží na rifte prepojenom s vulkánom a je len otázkou času, kedy ho horúca láva dosiahne zo spodnej strany. Okrem uvoľnenia oxidu uhličitého dôjde aj k aktivácii metánu, ktorý po uvoľnení z vody vybuchne nad jazerom, a tým spôsobí ďalší podnet na uvoľnenie obrovského množstva oxidu uhličitého. V prípade tohto jazera by však bolo treba nájsť efektívnejší spôsob odstraňovania nežiaducich plynov. Zabijak totiž stále čaká, kým nadíde jeho chvíľa...

Lenka Veselovská



Satelitná snímka jazera Kivu