

Spremembe zračnega tlaka v kraških jamah po izbruhu vulkana Hunga Tonga

Stanka Šebela¹, Uroš Novak²

Povzetek

V izbranih turističnih jamah v Sloveniji (Postojnska jama, Škocjanske jame in Kostanjeviška jama) se v okviru mikro-klimatskega monitoringa izvajajo tudi zvezne meritve zračnega tlaka. Izbruh vulkana Hunga Tonga je v kraških jamah v Sloveniji dne 15. 1. 2022 ob 21:00 povzročil, rahel dvig zračnega tlaka za $\sim 0,75$ do $1,23$ hPa, ki se je po 22:00 že vrnil v predhodne vrednosti. Nad Postojnsko jamo so se vrednosti zračnega tlaka ob 21:00 zvišale za $\sim 1,48$ hPa.

Ključne besede: Hunga Tonga, vulkanski izbruh, atmosferski tlačni val, turistične jame, Slovenija.

Keywords: Hunga Tonga, volcano eruption, atmospheric pressure wave, show caves, Slovenia.

Uvod

Po informaciji, da je udarni val ob silovitem izbruhu podvodnega vulkana v bližini otoka Tonga, ki je povzročil številne potrese na širšem območju južnega Pacifika, prepotoval ves svet (Zhang in sod. 2022) in Evropo dosegel okoli 21:00, torej približno 16 ur po izbruhu (Nosan 2022), smo analizirali tudi naše meritve zračnega tlaka v kraških jamah, ki se izvajajo v okviru rednega mikro-klimatskega monitoringa (Šebela in Turk, 2011 in 2022; Šebela 2022). Pokazalo se je, da je bil dogodek zabeležen tudi globoko pod kraškim površjem (20-120 m) v več turističnih jamah in na več mestih.

Vulkan Hunga Tonga je izbruhnil v soboto 15. 1. 2022 okoli pete ure zjutraj po srednjeevropskem času. Razdalja od vulkana do Slovenije je okoli 17.000 km, kar pomeni, da je udarni val potoval s hitrostjo skoraj 1100 kilometrov na uro. Meteorološke postaje so dogodek zabeležile kot hitro spremembo zračnega tlaka za 2 do 4 hPa med 21:00 in 23:00 uro, z največjo spremembo okrog 21:00 (Nosan 2022).

Ker v kraških jamah vzdržujemo široko mrežo večletnih urnih meritev temperature zraka in zračnega tlaka kot tudi drugih parametrov (ogljikov dioksid, metan, radon, vlaga, ventilacija), smo za ta prispevek analizirali 6 merilnih mest v Postojnski jami, 3 merilna mesta v Škocjanskih jamah in 2 merilni mesti v Kostanjeviški jami. Za primerjavo pa smo upoštevali tudi zračni tlak na površinskem merilnem mestu nad Postojnsko jamo. Na vseh lokacijah uporabljamo baro diverje (Eijkelkamp, Nizozemska).

¹ ZRC SAZU Inštitut za raziskovanje krasi, Titov trg 2, 6230 Postojna

² ZRC SAZU Inštitut za raziskovanje krasi, Titov trg 2, 6230 Postojna; Univerza v Novi Gorici, Vipavska 13, 5000 Nova Gorica

Rezultati

V Postojnski jami, v Škocjanskih jamah in Kostanjeviški jami smo 15. 1. 2022 zaznali spremembe zračnega tlaka. Meritve zračnega tlaka se poleg temperature zraka opravljajo v urnih intervalih. Spremembe zračnega tlaka smo zabeležili tudi izven kraških jam na merilnem mestu v gozdu pri Pivki jami (nad Postojnsko jamo).

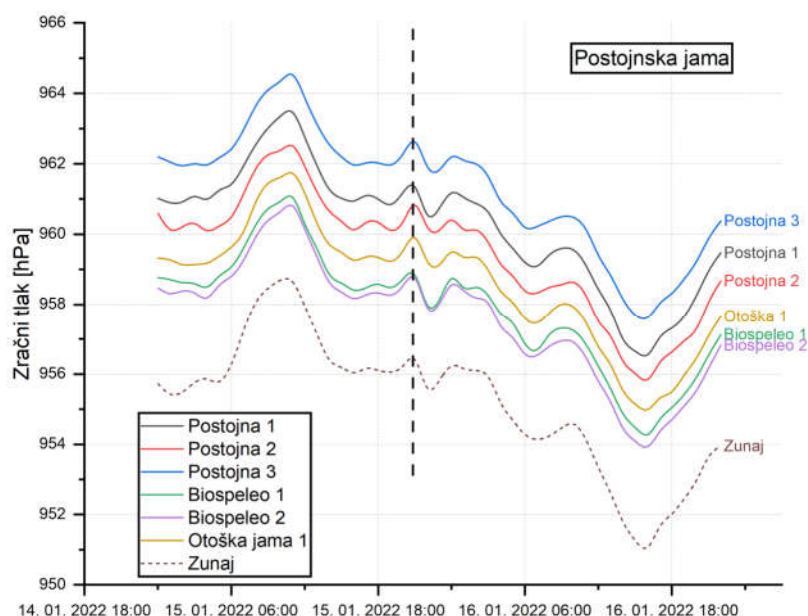
Postojnska jama

Na primeru Postojnske jame smo se v preteklih letih že spraševali, če obstaja razlika ali morda celo časovni zamik med zračnim tlakom v jami in zunaj jame. V ta namen smo povečali interval meritev, in sicer iz ene ure na 2 minuti, vendar časovnega zamika nismo mogli potrditi saj sta bili obe krivulji (jama in zunaj jame) sinhronizirani (Šebela in Turk 2011). Določili smo lahko le manjšo razliko v zračnem tlaku med jamo in površjem (Šebela in Turk 2011). Odnos med zračnim tlakom, jamsko ventilacijo in zunanjim vetrom so v Postojnski jami proučevali tudi Kukuljan in sod. (2021).

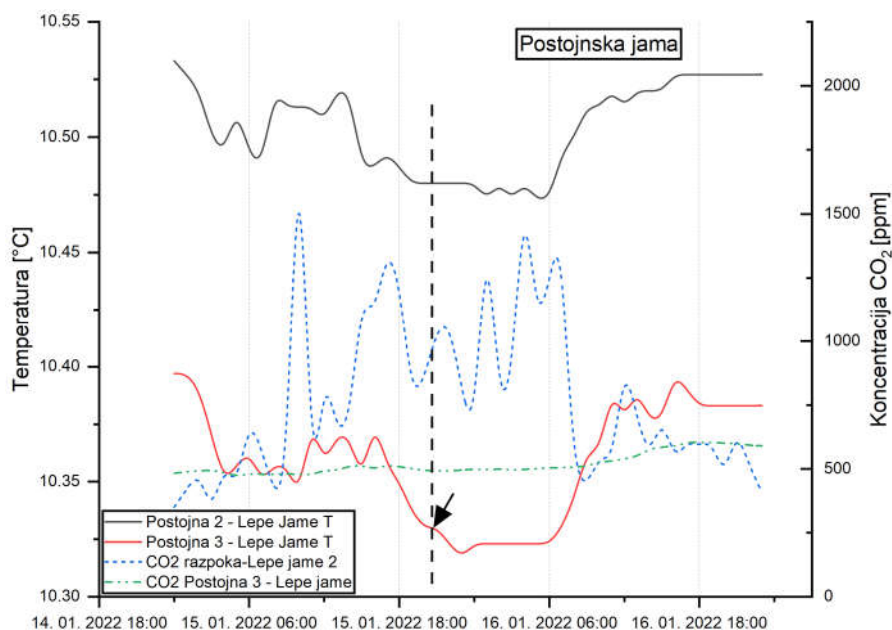
Dne 15. 1. 2022 smo od 21:00 do 22:00 (lokalni čas, zimski čas) na vseh šestih jamskih lokacijah v Postojnski jami zaznali manjše zvišanje zračnega tlaka za ~1 do 1,23 hPa, ki se je po 22:00 že vrnilo v predhodne vrednosti. Nad Postojnsko jamo so se vrednosti zračnega tlaka ob 21:00 zvišale za ~1,48 hPa (Slika 1).

Če primerjamo urne vrednosti zračnega tlaka dne 15. 1. 2022 z 16. 1. 2022 vidimo, da je dne 15. 1. 2022 ob 21:00 motnja izrazita, saj tako jasnega odstopanja dne 16. 1. 2022 ne zaznamo (Slika 1).

Dne 15. 1. 2022 ob 21:00 smo na lokaciji Postojna 3 (Slika 2) zaznali tudi padec T zraka, ki je izrazit od 21:00 do 23:00. Vendar bi bil ta dogodek lahko povezan tudi z vdorom hladnejšega zunanjega zraka v notranjost jame skozi glavni vhod v nočnem času.



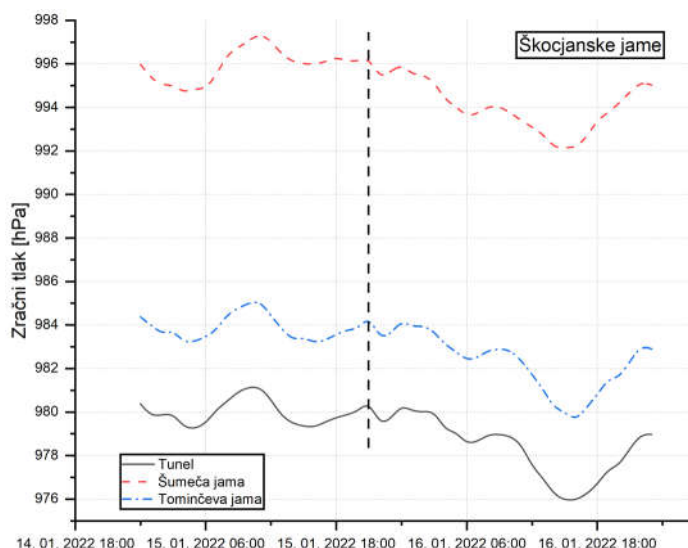
Slika 1 – Primerjava zračnega tlaka (hPa) v Postojnski jami z zračnim tlakom nad Pivko jamo (zunaj) dne 15. 1. 2022 in 16. 1. 2022 z označbo, ko je bil vpliv izbruha vulkana največji v Postojnski jami.



Slika 2 – Primerjava T zraka (°C) in CO₂ (ppm) v Lepih jamah Postojnske jame dne 15. in 16. 1. 2022. S puščico je označen 15. 1. 2022 ob 21:00, ko je bil vpliv izbruha vulkana največji v Postojnski jami.

Škocjanske jame

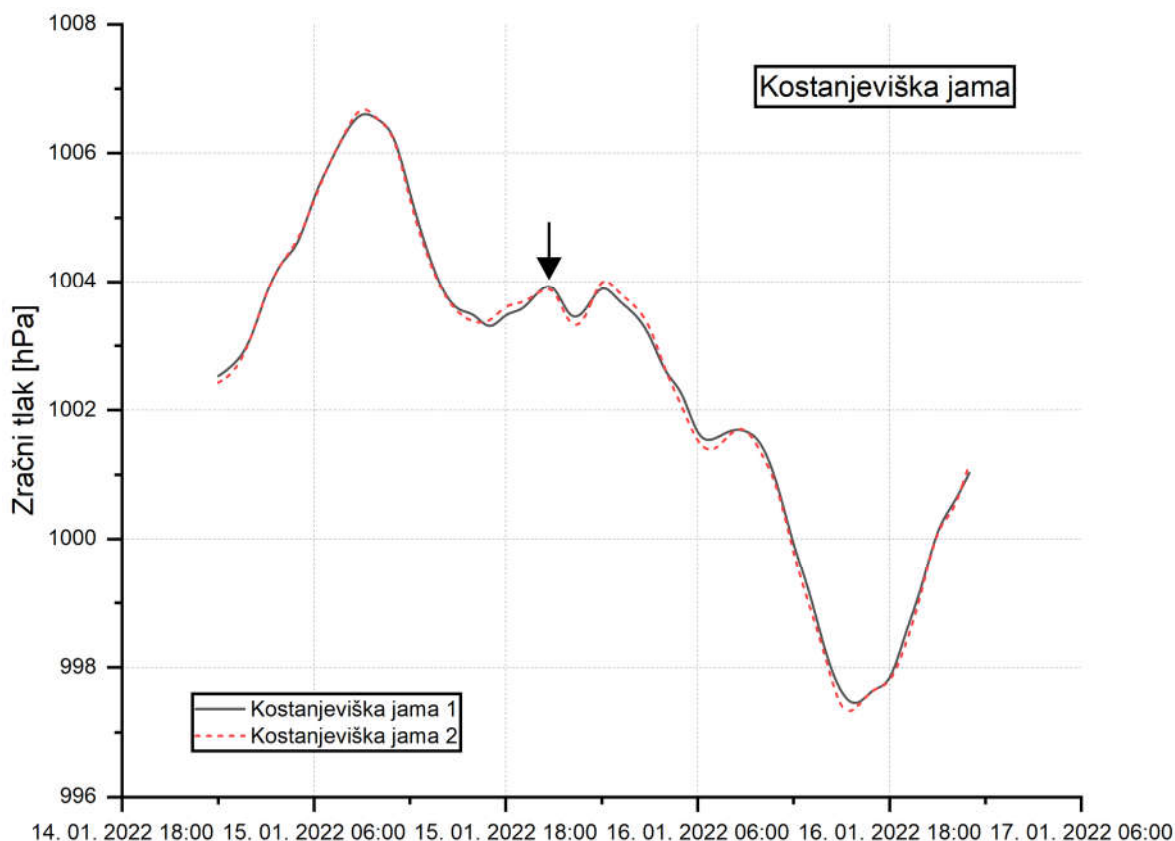
Tudi v Škocjanskih jamah (Slika 3) smo na dveh merilnih mestih (Tunel in Tominčeva jama) zaznali rahel dvig zračnega tlaka ob 21:00 za ~1,05 hPa. V Šumeči jami, ki predstavlja do 120 m visok podzemni kanjon reke Reke je bila motnja zračnega tlaka najmanj izrazita ~0,2 hPa.



Slika 3 – Zračni tlak v Škocjanskih jamah dne 15. in 16. 1. 2022 v hPa.

Kostanjeviška jama

V Kostanjeviški jami se obe krivulji zračnega tlaka v jami zelo dobro prilagajata in med njima skoraj ni razlike. Ob 21:00 smo zaznali dvig zračnega tlaka za $\sim 0,75$ hPa (Slika 4).



Slika 5 – Zračni tlak v Kostanjeviški jami na dveh mestih dne 15. in 16. 1. 2022 v hPa. S puščico je označen dogodek, ko je bil vpliv izbruha vulkana največji.

Zaključek

Ob izbruhu vulkana Hunga Tonga smo v kraških jamah v Sloveniji dne 15. 1. 2022 ob 21:00 zaznali, rahel dvig zračnega tlaka za $\sim 0,75$ do 1,23 hPa, ki se je po 22:00 že vrnil v predhodne vrednosti. Nad Postojnsko jamo so se vrednosti zračnega tlaka ob 21:00 zvišale za $\sim 1,48$ hPa. Dvig zračnega tlaka smo zaznali v štirih jamah (Postojnska jama, Škocjanske jame, Kostanjeviška jama, Županova jama) na sedemnajstih merilnih mestih. Najmanj izrazita motnja v zračnem tlaku ($\sim 0,2$ hPa) je bila v Šumeči jami v Škocjanskih jamah, ki predstavlja do 120 m visok podzemeljski kanjon reke Reke. V Kostanjeviški jami se je zračni tlak dvignil za $\sim 0,75$ hPa, v Postojnski jami pa za ~ 1 do 1,23 hPa ter se je po 22:00 že vrnil v predhodne vrednosti.

Raziskava je del projekta »RAZVOJ RAZISKOVALNE INFRASTRUKTURE ZA MEDNARODNO KONKURENČNOST SLOVENSKEGA RRI PROSTORA – RI-SI-EPOS«, ARRS bilateralnega projekta BI-US/22-24-074 »Mikro-klimatski monitoring v turističnih jamah, primerjava Grand Canyon Caverns s slovenskimi jamami« in doktorske naloge (ARRS, 2020 – 2024).

Literatura

- Kukuljan, L., Gabrovšek, F., Covington, M. (2021). The relative importance of wind-driven and chimney effect cave ventilation: observations in Postojna Cave (Slovenia). *International journal of speleology* 50/3, 275-288, DOI: [10.5038/1827-806X.50.3.2392](https://doi.org/10.5038/1827-806X.50.3.2392).
- Nosan, R. (2022). Udarni val vulkana prepotoval ves svet, v 16 urah dosegel Slovenijo. https://www.24ur.com/novice/slovenija/udarni-val-vulkana-prepotoval-17000-kilometrov-in-dosegel-slovenijo.html?utm_source=ProAd&utm_medium=24ur&utm_content=ProAd_24ur_&utm_campaign=ProAd
- Šebela, S., Turk, J. (2011). Local characteristics of Postojna Cave climate, air temperature, and pressure monitoring, *Theor Appl Climatol* 105, 371-386, <https://doi.org/10.1007/s00704-011-0397-9>
- Šebela, S. (2022). Natural and anthropogenic impacts on cave climates, Elsevier, 284 pp, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822954-5.00001-9>
- Šebela, S., Turk, J. (2022). Comparisson of historical and current temperatures in show caves (Slovenia), *SN Applied Sciences* 4/1, <https://doi.org/10.1007/s42452-021-04881-1>
- Zhang, S.-R., Vierinen, J., Aa, E., Goncharenko, L. P., Erickson, P. J., Rideout, W., Coster A. J., Spicher, A. (2022). Tonga Volcanic Eruption Induced Global Propagation of Ionospheric Disturbances *via* Lamb Waves. *Frontiers in Astronomy and Space Sciences*. DOI: [10.3389/fspas.2022.871275](https://doi.org/10.3389/fspas.2022.871275)