

Primerjava zgodovinskih in današnjih meritev temperature v turističnih jamah

Stanka Šebela *

Povzetek

V večjih in bolj obiskanih turističnih jamah v Sloveniji (Postojnska jama, Predjama in Škocjanske jame) že od leta 2009 izvajamo mikro-klimatski monitoring z namenom spremljanja rabe jam za turizem. Ker obstajajo tudi objavljeni zgodovinski podatki meritev temperature zraka, smo izvedli primerjavo z današnjimi povprečnimi mesečnimi in povprečnimi letnimi meritvami temperature. Postojnska jama in Predjama kažeta višje sedanje temperature kot meritve v preteklosti. V Postojnski jami je dvig temperature odvisen tudi od števila obiskovalcev, medtem ko je v Predjami dvig temperature povezan le z naraščanjem zunanjih temperatur. V Škocjanskih jamah ni izrazitih razlik med današnjimi in temperaturami iz preteklosti, vendar pri tem ne moremo izključiti tudi manjše zanesljivosti takratnih meritev.

Ključne besede: temperatura zraka, turistične jame, Slovenija.

Keywords: air temperature, show caves, Slovenia.

Uvod

V nekaterih najdaljših in najbolj obiskanih slovenskih turističnih jamah se že več kot 10 let izvaja redni mikro-klimatski monitoring z namenom spremljanja rabe jam za turizem in določitvijo vpliva turizma na naravne vrednote (Šebela in Turk, 2011; Šebela 2022). V tem prispevku so predstavljene meritve temperature zraka iz treh jam: Postojnske jame, Predjame in Škocjanskih jam (Slika 1). Opravljena je primerjava povprečnih mesečnih in povprečnih letni temperatur zraka med zgodovinskimi in današnjimi meritvami. Kot dodatek k objavljeni razpravi (Šebela in Turk, 2022) so vključene tri nove lokacije (Konjski Hlev-Golobja Luknja v Predjami, Biospeleološka postaja v Postojnski jami in Šumeča jama v Škocjanskih jamah). S primerjavo med zgodovinskimi in modernimi meritvami temperature želimo določiti vzroke za predvidene temperaturne razlike zaradi naravnih klimatskih sprememb in/ali antropogenega vpliva.

V turističnih jamah v Slovenije so že v preteklosti izvajali meritve temperature zraka kot tudi drugih parametrov (Schmidl, 1854; Vercelli, 1931; Crestani in Anelli, 1939; Anelli, 1941-44; Petkovšek, 1963; Habe, 1970; Kranjc, 1983). Čeprav je pri zgodovinskih meritvah potrebno upoštevati določene merske napake, pa je vsaj na podlagi povprečnih mesečnih in povprečnih letnih vrednosti temperature zraka možno izpeljati primerjavo z današnjimi meritvami (Šebela in Turk, 2022).

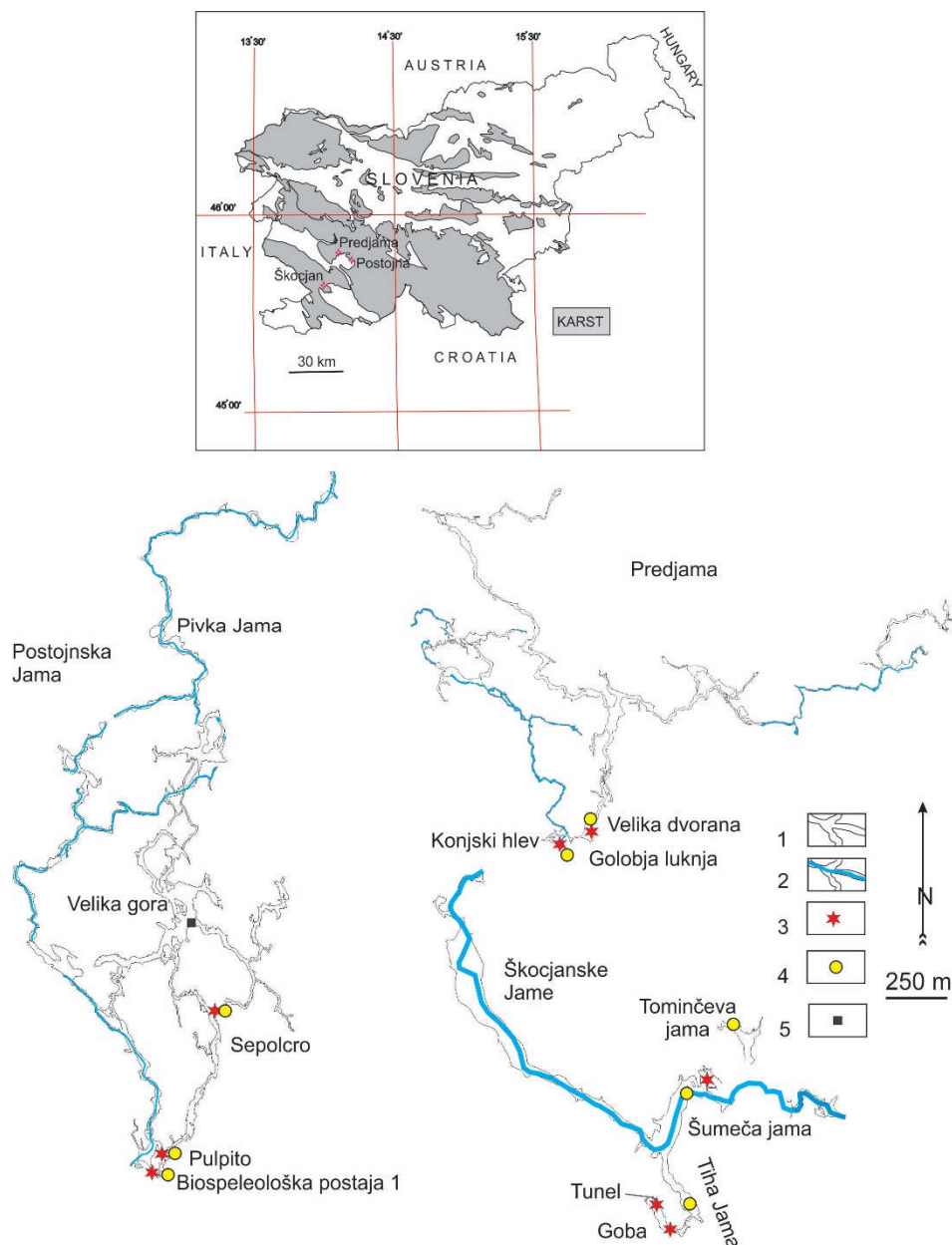
Primerjava zgodovinskih in današnjih meritev temperature zraka kaže višje današnje temperature v Predjami in Postojnski jami (Šebela in Turk, 2022). V Škocjanskih jamah med zgodovinskimi in današnjimi meritvami ni večjih razlik, pri čemer je potrebno izpostaviti, da obstaja le omejeni nizi zgodovinskih podatkov ter da se današnje in zgodovinske meritve niso opravljale na povsem istih lokacijah. Raziskava je pomembna za spremljanje dolgotrajnega vpliva turistične rabe kraških jam in izvajanje ukrepov trajnostnega upravljanja.

* ZRC SAZU Inštitut za raziskovanje krasa, Titov trg 2, 6230 Postojna

Rezultati

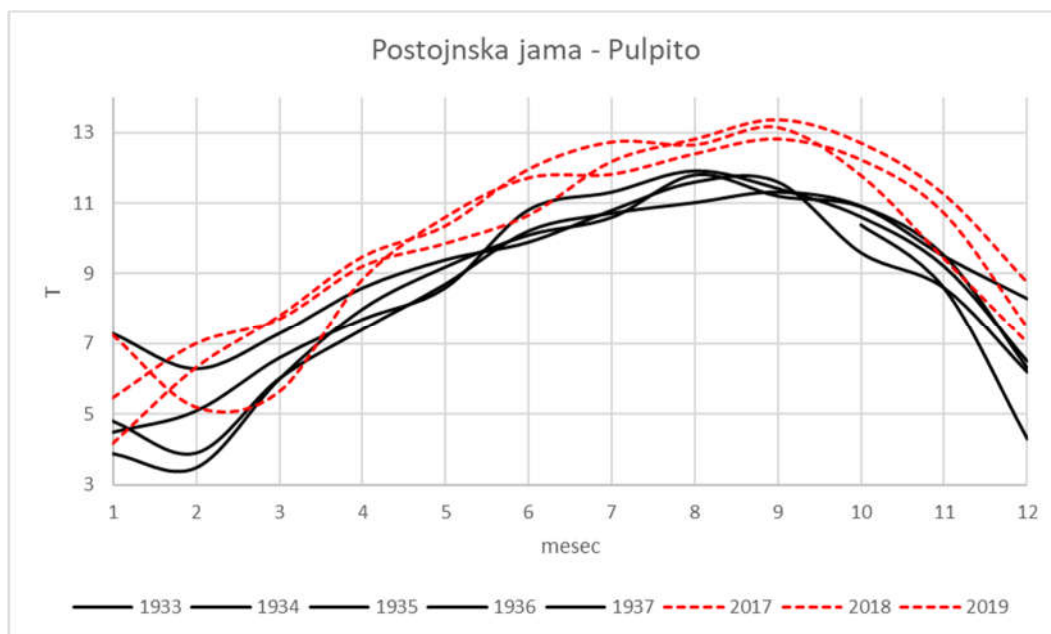
Postojnska jama

V Postojnski jami smo glede na objavljene zgodovinske podatke meritev temperature zraka, ki so se opravljale na treh mestih (Crestani in Anelli, 1939), vzpostavili meritve tudi v zadnjih letih (Slika 1). Primerjava za Pulpito (Slika 2) kaže višje povprečne mesečne meritve temperature zraka v modernem obdobju predvsem v poletnih mesecih. Največja razlika znaša okrog 1,5°C. Merilno mesto Pulpito je, zaradi bližine vhoda v jamo, močno izpostavljeno zunanjim vremenskim vplivom in le v manjši meri vplivu turizma.

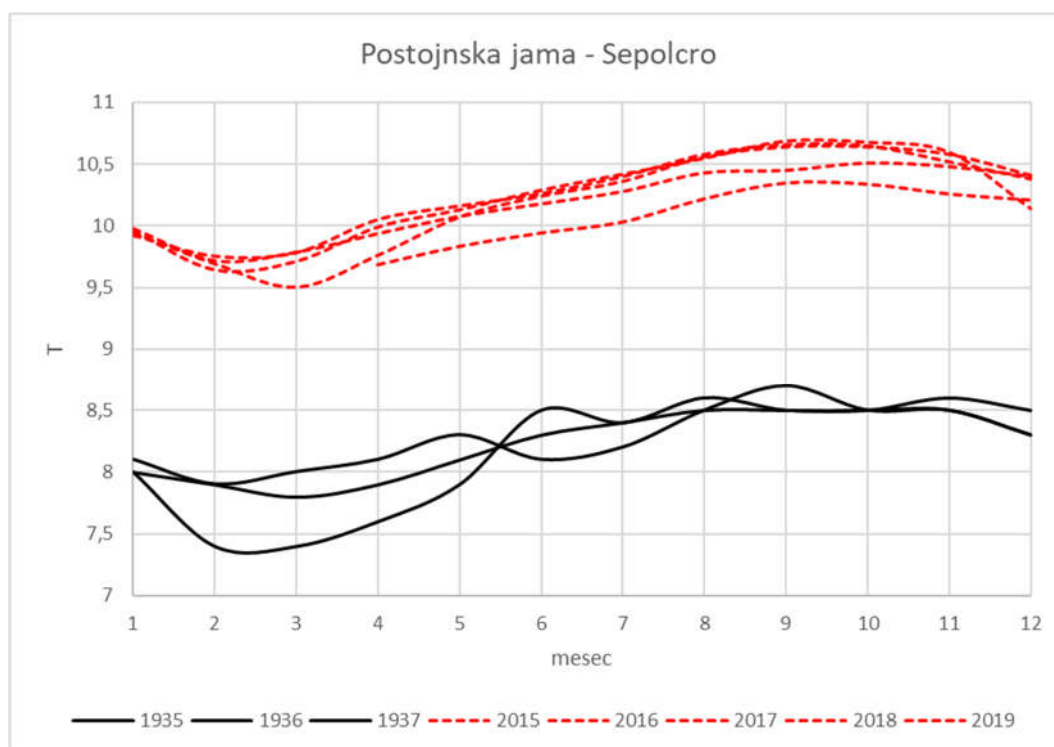


Slika 1 – Položaj zgodovinskih in današnjih merilnih mest temperature zraka v Postojnski jami, Predjami in Škocjanskih jamah. 1-tloris suhih jamskih rogov, 2-vodni rovi, 3-položaj zgodovinskih meritev, 4-položaj današnjih meritev, 5-položaj zgodovinskih meritev, ki jih je izvedel Schmidl (1854).

Druga lokacija Sepolcro se nahaja globlje v notranjosti jamskega sistema (Slika 1) in kaže celoletno zelo izrazito višjo povprečno mesečno temperaturo v zadnjih letih (2015 – 2019) kot v zgodovinskem obdobju (1935 – 1937), ki znaša okrog 2°C (Slika 3). Na tej lokaciji ne moremo izključiti vpliva obiskovalcev na temperaturo zraka, ki lahko celo prevladuje nad naravnimi pogoji.



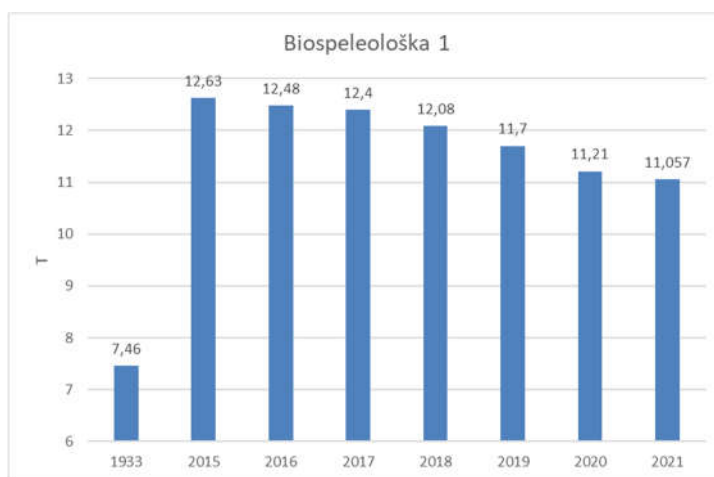
Slika 2 – Primerjava zgodovinskih (1933 – 1937) in današnjih (2017 – 2019) povprečnih mesečnih meritev temperature zraka (°C) v Postojnski jami, Pulpito.



Slika 3 – Primerjava zgodovinskih (1935 – 1937) in današnjih (2015 – 2019) povprečnih mesečnih meritev temperature zraka (°C) v Postojnski jami, Sepolcro.

Biospeleološka postaja predstavlja stranski rov vhodnih delov Postojnske jame, kjer več vrat omejuje prost pretok zraka med jamo in zunanostjo. V letu 2019 je Biospeleološko postajo obiskalo 190.000 obiskovalcev, kar je, glede na prostornino rova, veliko. Padanje povprečne letne temperature zraka od 2015 naprej (Slika 4) je povezano z odpiranjem vrat proti notranjosti jame in povečano ventilacijo, četudi je število obiskovalcev v tem obdobju naraščalo. Povprečna letna temperatura v letu 1933 pa je za kar 3,6°C nižja kot leta 2021. Zaradi manjše prostornine rova in naraščanja števila obiskovalcev je antropogeni vpliv na temperaturo v Biospeleološki postaji velik.

V septembru 1852 je Schmidl (1854) na južnem vznožju Velike gore (Slika 1) izmeril povprečno temperaturo 8,5°C. Ker na tej lokaciji nimamo modernih meritev, se primerjava lahko izvede le z lokacijo na vrhu Velike gore, ki kaže okrog 2°C višjo temperaturo v letu 2019 kot zgodovinske meritve. Zanimivo je, da so bile septemberske meritve v letu 1852 opravljene pred letom 1866, ko so odprli glavni vhod v Postojnsko jamo, ki je bil zasut s sedimenti. Po letu 1866 je bil zato pretok zraka med zunanostjo in jamo še lažji.

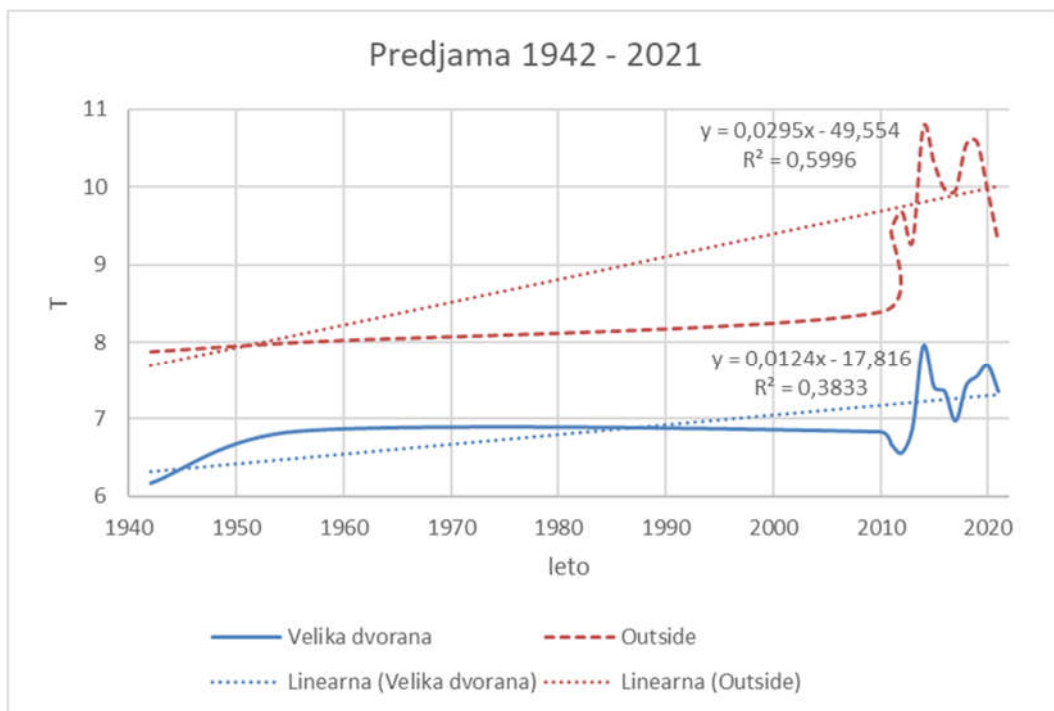


Slika 4 – Primerjava zgodovinskih (1933) in današnjih (2015 – 2021) povprečnih letnih meritev temperature zraka (°C) v Postojnski jami, Biospeleološka postaja 1.

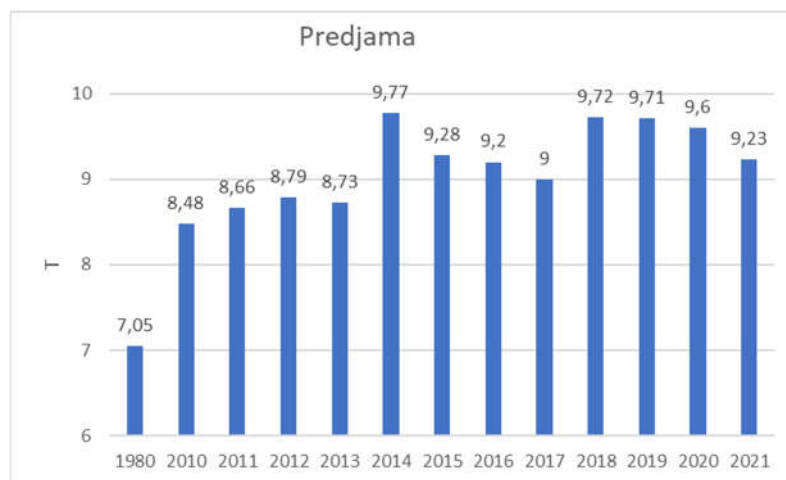
Predjama

V Predjami (Slika 1) imamo zgodovinske podatke meritev temperature zraka iz leta 1942 (Anelli 1943 – 44) in 1956 (Habe, 1970) za Veliko dvorano ter iz leta 1980 za Konjski hlev oziroma Golobjo luknjo, ki je oddaljena 20 m (Kranjc, 1983). Moderne urne meritve temperature zraka se opravljajo v Veliki dvorani in Konjskem hlevu od 2009 (Šebela in Turk, 2014). Primerjava med temperaturno krivuljo zunanjih meritev in podatki iz Velike dvorane kaže nekoliko večje naraščanje temperature na površju kot v jami (Slika 5). V Predjami letno število obiskovalcev ne preseže 10.000, zato je spremembe v temperaturi v obdobju 1942 do 2021 potrebno pripisati naravnim pogojem, to je naraščanju zunanjih temperatur.

V Golobji luknji, ki se nahaja tik za vhodom v Predjamo (Slika 1) je povprečna letna temperatura v letu 1980 znašala 7,05°C (Slika 6). Na bližnji lokaciji v Konjskem hlevu so letne vrednosti v obdobju 2010 do 2021 višje tudi za 2,7°C. Naraščanje temperature zraka v vhodnih delih Predjame od leta 1980 naprej je odraz naraščanja zunanjih temperatur.



Slika 5 – Primerjava zgodovinskih (od 1942) in današnjih (do 2021) povprečnih letnih meritev temperature zraka (°C) v Predjami (Velika dvorana) in zunaj jame.

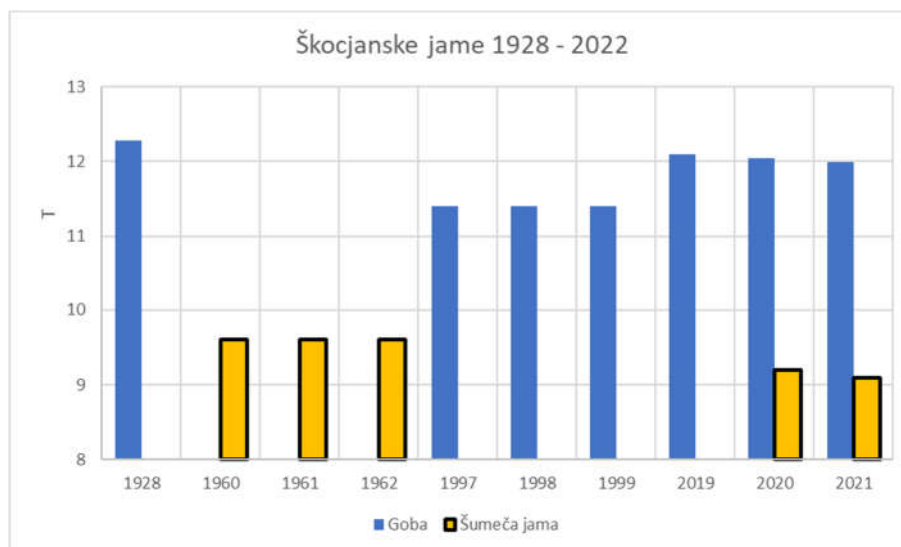


Slika 6 – Primerjava zgodovinskih – Golobja luknja (1980) in današnjih – Konjski hlev (2010 – 2021) povprečnih letnih meritev temperature zraka (°C) v Predjami.

Škocjanske jame

V Škocjanskih jamah niz zgodovinskih temperaturnih podatkov (Slika 1) ni tako obsežen kot npr. v Postojnski jami. Pri tem tudi zgodovinske in moderne meritve niso bile izvedene na istih lokacijah, zato je primerjava manj zanesljiva. Če upoštevamo tudi napako pri zgodovinskih meritvah, opazimo, da med zgodovinskimi in današnjimi temperaturami ni izrazitih razlik. Morda je temperatura v letu 1928 nekoliko višja kot danes, kar pa poleg napake in števila meritev lahko pripišemo tudi dejstvu, da so leta 1933 zgradili umetni tunel

v Tiho jamo (Slika 1), kar je povzročilo dodaten dotok zunanjega zraka, kar v letu 1928 še ni obstajalo. Višja povprečna letna temperatura zraka v Šumeči jami v obdobju 1960 – 1962 (Slika 7) glede na obdobje 2020 – 2021 je pogojena z lokacijo meritev, saj so meritve v zadnjih letih izvedene tik nad podzemeljsko reko Reko, medtem ko so bile meritve v obdobju 1960 – 1962 opravljene v višje ležečem delu Šumeče jame (Kranjc in Opara 2002).



Slika 7 – Primerjava zgodovinskih in današnjih povprečnih letnih meritev temperature zraka (°C) v Škocjanskih jamah.

Zaključek

V najbolj obiskanih turističnih jamah v Sloveniji (Postojnska jama, Predjama in Škocjanske jame) ponekod že od leta 2009 izvajamo redni mikro-klimatski monitoring vezan na spremljanja rabe jam za turizem. Poleg modernih meritev obstajajo tudi publikacije z zgodovinskimi podatki (Schmidl, 1854; Vercelli, 1931; Crestani in Anelli, 1939; Anelli, 1941-44; Petkovšek, 1963; Habe, 1970; Kranjc, 1983; Kranjc in Opara, 2002).

V Postojnski jami smo tako ponovno vzpostavili meritve na treh lokacijah (Pulpito, Sepolcro in Biospeleološka postaja 1), kjer so meritve izvajali v preteklosti. Na mestu Pulpito (Slika 2) so povprečne mesečne temperature zraka v modernem obdobju višje kot zgodovinski podatki predvsem v poletnih mesecih. Največja razlika znaša okrog 1,5°C. Merilno mesto Pulpito je močno izpostavljeno zunanjim vremenskim vplivom in le v manjši meri vplivu turizma.

Sepolcro kaže celoletno zelo izrazito višjo povprečno mesečno temperaturo zraka v zadnjih letih (2015 – 2019) kot v zgodovinskem obdobju (1935 – 1937), ki znaša okrog 2°C (Slika 3). Na tem mestu, ki je globlje v jamskem sistemu, ne moremo izključiti vpliva obiskovalcev na temperaturo zraka, ki lahko celo prevladuje nad naravnimi pogoji.

Na tretjem merilnem mestu v Postojnski jami - Biospeleološka postaja 1 je bila povprečna letna temperatura v letu 1933 za 3,6°C nižja kot leta 2021. Zaradi manjše prostornine rova in naraščanja števila obiskovalcev je antropogeni vpliv na temperaturo v Biospeleološki postaji velik.

Na naraščanje temperature zraka v Predjami v Veliki dvorani od leta 1942 in Konjskem hlevu (oziroma Golobji luknji) od 1980 ne vpliva število obiskovalcev ampak naraščanje zunanjih temperatur (Sliki 5 in 6).

Med zgodovinskimi in današnjimi temperaturami v Škocjanskih jamah ni izrazitih razlik (Slika 7), vzrok pa je lahko tudi manjša zanesljivost zgodovinskih meritev.

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

Literatura

- Anelli, F. (1943-1944). Osservazioni di meteorologia ipogea nelle Grotte di Castel Luegi presso Postojna, *Le Grotte d'Italia* 5, 5–34.
- Crestani, G., Anelli, F. (1939). Ricerche di meteorologia ipogea delle grotte di Postumia, Istituto Poligrafico dello stato, 162 pp. Roma.
- Habe, F. (1970). Die höhlenwelt von Predjama, *Acta carsologica* 5, 7–94.
- Kranjc, A. (1983). Dinamika odpadanja sige v Golobji luknji, Predjama, *Acta carsologica* 11, 99–116.
- Kranjc, A., Opara, B. (2002). Temperature monitoring in Škocjanske jame caves, *Acta carsologica* 31/1, 85–96.
- Petkovšek, Z. (1963). Klimatske razmere v Veliki dolini pri Škocjanskih jamah, *Biološki vestnik* 9, 49–66.
- Schmidl, A. (1854). Die Grotten und Höhlen von Adelsberg, Lueg, Planina und Laas. Akademie der Wissenschaften, V-VIII, 3-314, Wien.
- 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. (2011). Local characteristics of Postojna Cave climate, air temperature, and pressure monitoring, *Theoretical and Applied Climatology* 105, 371-386, <https://doi.org/10.1007/s00704-011-0397-9>
- Šebela, S., Turk, J. (2014). Sustainable use of the Predjama Cave (Slovenia) and possible scenarios related to anticipated major increase in tourist numbers, *Tourism Management Perspectives* 10, 37-45, <https://doi.org/10.1016/j.tmp.2014.01.002>
- Šebela, S., Turk, J. (2022). Comparison of historical and current temperatures in show caves (Slovenia), *SN Applied Sciences* 4/1, <https://doi.org/10.1007/s42452-021-04881-1>
- Vercelli, F. (1931). Il regime termico nelle Grotte di San Canziano, *Le Grotte d'Italia* 5/2, 49–62.