

Assessment of the meteorological data at the Turček water reservoir

Ing. Adrián VARGA

Institute of Hydrology SAS, Dúbravská cesta č. 9, 841 04 Bratislava, Slovak Republic,

(Corresponding author. Email: varga@uh.savba.sk)

SPU Nitra – FZKI, Tulipánová 7, 949 76 Nitra

Abstract

In the context of ongoing climate change, a possible increase in the average air temperature of 1.1 to 5.4 ° C is estimated worldwide under various scenarios, which could jeopardize the availability of water resources to the population. In Slovakia, the air temperature is estimated to increase by 2 to 4 ° C by 2100. The paper will deal with the development of air temperature in the area of the Turček water reservoir, which is intended for the production of drinking water for the population and its subsequent analysis using the Mann-Kendal statistical method, which is used to test trends, using level of significance of 5%, which is used to determine whether or not the data have a trend and, if so, whether they are significant or less significant up to insignificant. The studied locality is the Turček Reservoir, which is the fifth largest reservoir in Slovakia with a total volume of 9.9 million m³ (the reservoir is filled twice a year), its capacity was 250 cubic meters per second (m³.s⁻¹) and 15.05.1996 was put into verification operation, until permanent on 19.03.1999. Study contains results showing individual air temperature trends for each month of the year, during the period 2005-2019 as well as the overall trend for the whole period of study. As we can see from various published data in climate scenarios or in articles, air temperature is on the rise worldwide. This is also our case, although there are months in which the air temperature is even a declining trend. Nevertheless in the observed period 2005 - 2019 the total air temperature will increase by 0.57 ° C.

Key words : *air temperature, water reservoir, trend*

Annotation

The aim of this contribution is to present the obtained meteorological data on the air temperature at the site of the water reservoir Turček and their subsequent statistical analysis using the Mann-Kendall trend test.

Anotácia

Cieľom tohto príspevku je prezentácia získaných meteorologických údajov o teplote vzduchu na lokalite vodárenskej nádrži Turček a ich následná štatistická analýza pomocou Mann-Kendallovho trendového testu.

Hodnotenie meteorologických údajov na vodnej nádrži Turček

Adrián VARGA

1 Úvod

Vodné nádrže budú v budúcnosti pri prebiehajúcej klimatickej zmene zohrávať významnú úlohu pri zabezpečovaní surovej vody na následnú výrobu pitnej vody pre obyvateľov Slovenska. Vodná nádrž Turček je piata najväčšia vodná nádrž na Slovensku s celkovým objemom 9,9 mil.m³, ktorá sa využíva na výrobu pitnej vody pre mestá Prievidza, Žiar nad Hronom, Handlová a napojenie na vodovod je v pláne aj pre okres Žarnovica. Príspevok sa zaoberá trendovou analýzou údajov teploty vzduchu za vybrané časové obdobie (2005-2019).

2 Opis riešeného územia a analýza dát

Turček

Vodná nádrž Turček sa nachádza na sútoku Turiec a Ružového potoka nad obcou Turček (48 ° 45'50,4 "S 18 ° 56'13,2" E). Priehradný profil je situovaný v údolí pod sútokom oboch tokov. Šírka údolia je približne 120 m a nadmorská výška v lokalizácii priehradného profilu je 719 m. n. m. Hrádza vodnej nádrže Turček je sypaná, dĺžka koruny hrádze je 287,6 m a jej výška je 59 m (Chmelár, 1998). Celkový objem nádrže je 10,6 mil. m³, pričom jej zásobný obsah je 9,9 mil. m³ (nádrž sa napúšťa 2x ročne) a konštantný objem je 0,3 mil. m³ vody. Priemerné množstvo vody dodanej do úpravne vody je 15,8 mil. m³ / rok. Celková spádová oblasť je 29,5 km².

Mann-Kendallov (MK) trend test

Táto štatistická metóda bola tiež dobre opísaná vo Wang et al. (2020):

Trendový test Mann – Kendall (Mann, 1945; Kendall, 1975) je založený na korelácii medzi hodnotami a postupnosťami časového radu. Pre daný časový rad $\{X_i, i = 1, 2, \dots, n\}$ nulová hypotéza H_0 predpokladá nezávisle rozdelenie a alternatívna hypotéza H_1 znamená, že existuje monotónny trend. Štatistika testu S je daná:

$$S = \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(X_j - X_i) \quad (1)$$

kde X_i a X_j sú hodnoty sekvencie i, j ; n je dĺžka časového radu a

$$\text{sgn}(\theta) = \begin{cases} 1, & \text{if } \theta < 0 \\ 0, & \text{if } \theta = 0 \\ -1, & \text{if } \theta \geq 0 \end{cases} \quad (2)$$

Mann (1945) a Kendall (1975) zdokumentovali, že štatistika S je približne normálne rozdelená, keď $n \geq 8$, s priemerom a rozptylom štatistiky S nasledovne:

$$E(S) = 0 \quad (3) \quad V(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^m T_i i(i-1)(2i+5)}{18} \quad (4)$$

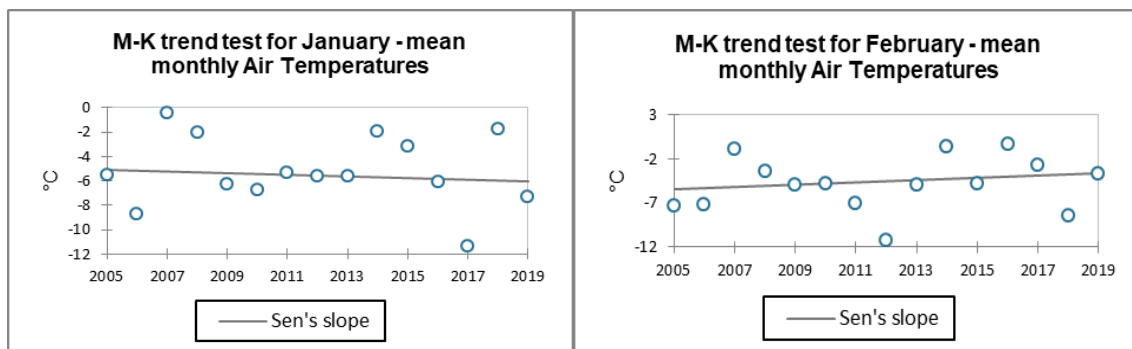
kde T_i je počet údajov vo viazanej skupine a m je počet skupín vo viazaných hodnotiach. Štandardizovaná štatistika testu Z sa vypočíta podľa

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{V(S)}} & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{V(S)}} & S < 0 \end{cases} \quad (5)$$

Štandardizovaná MK štatistika Z sleduje štandardné normálne rozdelenie s $E(Z) = 0$ a $V(Z) = 1$ a nulová hypotéza je odmietnutá, ak je absolútna hodnota Z väčšia ako teoretická hodnota $Z_{1-\alpha/2}$ (pre dvojstranný test) alebo $Z_{1-\alpha}$ (pre jednostranný test), kde α je príslušná hladina štatistickej významnosti.

Tabuľka 1: Výsledky MK analýzy trendov pre priemerné mesačné teploty vzduchu a vody, významnosť 5%

Mann-Kendall trend test results			
1. November – January	Air XI.	Air XII.	Air I.
Kendall's tau	0.134	0.077	-0.086
S	14.000	8.000	-9.000
Var(S)	407.333	407.333	408.333
p-value (Two-tailed)	0.519	0.729	0.692
Z	0.644	0.347	-0.396
1. February – April	Air II.	Air III.	Air IV.
Kendall's tau	0.191	0.183	0.048
S	20.000	19.000	5.000
Var(S)	407.333	406.333	408.333
p-value (Two-tailed)	0.346	0.372	0.843
Z	0.941	0.893	0.198
2. May – July	Air V.	Air VI.	Air VII.
Kendall's tau	-0.162	0.287	-0.387
S	-17.000	30.000	-40.000
Var(S)	408.333	407.333	404.667
p-value (Two-tailed)	0.428	0.151	0.053
Z	-0.792	1.437	-1.939
2. August – October	Air VIII.	Air IX.	Air X.
Kendall's tau	0.314	-0.219	0.115
S	33.000	-23.000	12.000
Var(S)	408.333	408.333	407.333
p-value (Two-tailed)	0.113	0.276	0.586
Z	1.584	-1.089	0.545



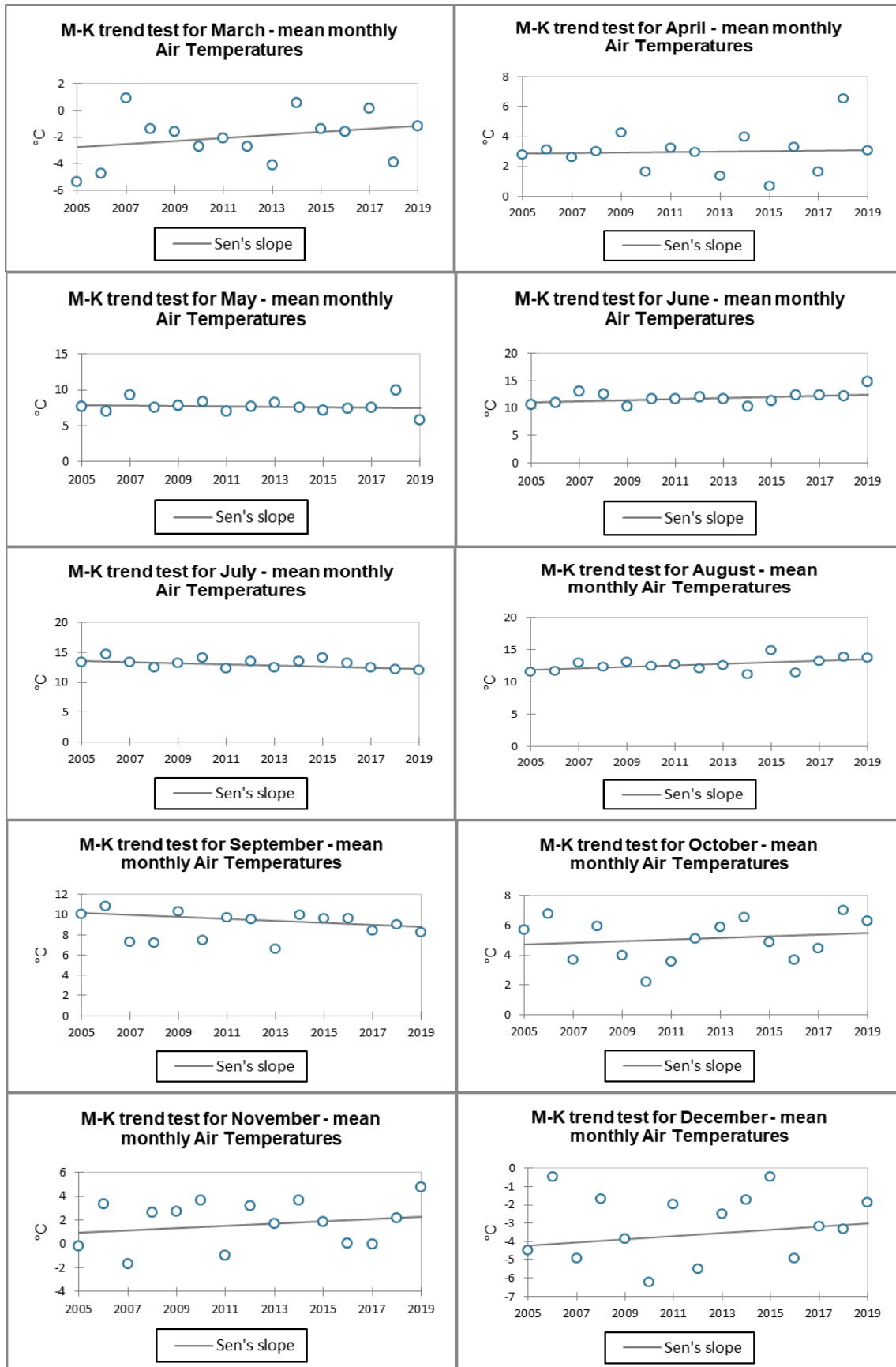


Figure 1: MK trend test pre priemerné mesačné hodnoty teploty vzduchu, s hladinou významnosti 5%

3 Referencie

CHMELÁR, V. (1998), *Water reservoir Turček*. Žilina: Electa. ISBN 80-88689-07-4
<https://www.obecturcek.sk/vodarenska-nadrz-turcek/>

Mann, H. B. (1945), *Nonparametric tests against trend*. *Econometrica* 13, 245–259. doi:
10.2307/1907187

Kendall, M. G. (1975), *Rank Correlation Methods*. New York, NY: Oxford University Press.

Wang, F. et al. (2020), *Re-evaluation of the Power of the Mann-Kendall Test for Detecting Monotonic Trends in Hydrometeorological Time Series*
<https://doi.org/10.3389/feart.2020.00014>