**Na koliko se grije Varaždin?**

**How warm is it in Varaždin?**

**Medicinska škola Varaždin, Varaždin**

**Sažetak:**

Cilj rada je istražiti promjenu temperature zraka u Varaždinu u razdoblju 2015.-2019. u odnosu na razdoblje 2000.-2004. Podatci su prikupljeni svakodnevnim mjerenjima atmosferskih pojava prema GLOBE protokolima za atmosferu na atmosferskoj postaji kod škole. Provedena je statistička analiza podataka. Podatci pokazuju da je u Varaždinu srednja godišnja temperatura zraka u razdoblju 2015.-2019. godine viša za 0,4°C od one u razdoblju 2000.-2004. U razdoblju 2015.-2019. zabilježeno je više vrućih i toplih dana, a manje ledenih, studenih i hladnih dana. Zime su prosječno toplije u razdoblju 2015.-2019. Uzrok povećanju temperature zraka u Varaždinu potrebno je tek istražiti.

**Summary:**

The aim of this paper is to research change of air temperature in Varaždin in the period from 2015 to 2019 in relation to the period from 2000 to 2004. Data were collected by daily measurements of atmospheric phenomenon according to the GLOBE protocols for the atmosphere, at the atmospheric station at school. Statistical analysis was conducted. The data show 0,4°C higher average annual air temperature in Varaždin in the period from 2015 to 2019 compared to the period from 2000 to 2004. In the same period, the number of warm and hot days were higher than in period from 2000 to 2004. Numbers of icy, cold and cool days were lower in the period from 2015 to 2019. Average winter air temperatures were higher in the period from 2015 to 2019. The cause of the increase in air temperatures in Varaždin is yet to be investigated.

**Istraživačka pitanja i hipoteze:**

Ovogodišnji istraživački rad učenika Medicinske škole Varaždin bavi se problemom promjenama vrijednosti klimatskih elemenata: temperature zraka u dva petogodišnja razdoblja, od 1.1.2000. do 1.1.2005. te od 1.1.2015. do 1.1.2020. Učenici su na istraživanje potaknuti aktivnostima njihove vršnjakinje, švedske aktivistice Grete Thunberg koja je potaknula mnoge mlade na borbu protiv klimatskih promjena. Osim aktivista, brojni mediji stalno prenose informacije o globalnom zatopljenju i njegovim posljedicama te je ta tema postala sastavni dio svakodnevice učenika Medicinske škole Varaždin.

Prostor Varaždina obilježava umjereno topla klima s toplim ljetom (prema Köppenu Cfb) zbog smještaja u umjerenom toplinskom pojasu te u unutrašnjosti kontinenta. Prema opisu klimatskog podtipa Cfb, u Varaždinu nema dugih perioda suše ili dugih kišnih perioda u kojima bi pala gotovo sva godišnja količina oborina. Postoji pravilna izmjena godišnjih doba. Srednja temperatura najtoplijeg mjeseca niža je od 22°C te uz to najmanje 4 mjeseca imaju temperaturu ≥10°C. Srednja temperatura najhladnijeg mjeseca viša je od -3°C, ali ne i viša od 18°C.

Rad će nastojati dati odgovor na istraživačka pitanja: Je li u razdoblju 2015.-2019. došlo do porasta srednje godišnje temperature zraka u odnosu na razdoblje 2000.-2004.? Ima li u promatranom razdoblju promjene u broju vrućih, toplih, ledenih, studenih i hladnih dana? Jesu li u promatranom razdoblju zime prosječno toplije?

Postavljene su sljedeće hipoteze: U Varaždinu je srednja godišnja temperatura zraka za razdoblje 2015.-2019. godine viša od one za razdoblje 2000.-2004. U razdoblju 2015.-2019. ima više vrućih i toplih dana, a manje ledenih, studenih i hladnih dana. Zime su prosječno toplije u razdoblju 2015.-2019.

**Metode istraživanja**

Atmosferska postaja škole od 2007. godine smještena je u dvorištu škole (46°18'00.1"N 16°19'43.2"E). Do 2007. godine bila je smještena na staroj lokaciji škole koja je udaljena 900m zračne udaljenosti. Obje lokacije se nalaze unutar urbanog područja grada Varaždina te stoga promjena lokacije nije utjecala na usporedivost podataka korištenih u ovom radu.

Mjerenje temperature zraka (trenutne, maksimalne i minimalne) provodi se u sklopu svakodnevnih atmosferskih mjerenja prema GLOBE protokolima za atmosferska mjerenja pomoću maksimum/minimum živinog termometra.

U radu su korištene srednje mjesečne temperature (tI do tXII) zraka za izračun srednje godišnje temperature zraka (tg) prema formuli:

Za analizu broja ledenih (tmin≤-10°C), studenih (tmax<0°C), hladnih (tmin < 0°C), toplih (tmax≥25) i vrućih dana (tmax≥30) korišteni su podatci o minimalnoj i maksimalnoj dnevnoj temperaturi zraka. Za analizu prosječnih zimskih temperatura korišteni su podatci o srednjoj mjesečnoj temperaturi zraka u zimskim mjesecima (prosinac, siječanj i veljača) u razdobljima od prosinca 2000. do veljače 2005. te od prosinca 2015. do veljače 2020. godine.

Za mjesece svibanj i prosinac 2000., kolovoz i rujan 2001., veljača, ožujak, travanj i lipanj 2002. te srpanj 2003.godine podatke smo pribavili od Državnog hidrometeorološkog zavoda.

**Prikaz i analiza podataka**

Srednja temperatura zraka petogodišnjeg razdoblja od 2000. do 2004. iznosi 13,3°C (Tablica 1), a u razdoblju 2015. do 2019. ona iznosi 13,7°C. Uočava se razlika od 0,4°C. Srednje godišnje temperature zraka u razdoblju od 2000. do 2004. godine kretale su se od 11,8°C (2003. godina) do 14,8°C (2000. godina). U razdoblju od 2015. do 2019. srednje godišnje temperature kretale su se u rasponu od 13,4°C (2017. godina) do 14,1°C (2019. godina). Uočavaju se veće varijacije srednje godišnje temperature zraka u razdoblju od 2000. do 2004., nego u razdoblju od 2015. do 2019. godine.

U oba promatrana petogodišnja razdoblja najniža prosječna mjesečna temperatura zraka zabilježena je tijekom siječnja, a najviša tijekom srpnja (Tablica 2, Slika 1). Viša prosječna mjesečna temperatura zraka zabilježena je tijekom ukupno šest mjeseci, i to u: siječnju, travnju, srpnju, kolovozu, rujnu i prosincu, dok je tijekom ostalih mjeseci zabilježen pad prosječne mjesečne temperature zraka. Porast prosječne mjesečne temperature zraka kretao se u rasponu od 0,7°C (srpanj) do 2,8°C (rujan).

Tablica 1. Srednje mjesečne i godišnje temperature zraka u Varaždinu u razdobljima 2000.-2004. te 2015.-2019. (°C)

Table 1. Average monthly and annual air temperatures in Varaždin in the period from 2000 to 2004 and from 2015 to 2019 (°C)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Godina | | | | | | | | | |
| Mjesec | 2000. | 2001. | 2002. | 2003. | 2004. | 2015. | 2016. | 2017. | 2018. | 2019. |
| siječanj | 0,6 | 5,5 | 5,3 | -3,3 | 1,5 | 4,9 | 3,6 | -2,2 | 5,8 | 1,5 |
| veljača | 6,4 | 8,8 | 6,1 | 0,6 | 5,1 | 4,4 | 8,1 | 5,3 | 1,1 | 6,8 |
| ožujak | 11,0 | 11,9 | 8,3 | 7,4 | 9,5 | 9,3 | 8,6 | 10,9 | 6,1 | 10,6 |
| travanj | 13,0 | 13,7 | 10,2 | 10,3 | 13,4 | 13,5 | 14,4 | 13,3 | 16,1 | 13,1 |
| svibanj | 17,0 | 20,0 | 17,8 | 20,3 | 17,4 | 17,0 | 17,0 | 18,1 | 20,3 | 14,5 |
| lipanj | 24,4 | 21,6 | 21,0 | 24,8 | 22,9 | 21,0 | 21,6 | 23,5 | 23,5 | 23,7 |
| srpanj | 23,5 | 25,0 | 21,7 | 22,5 | 24,3 | 24,6 | 25,0 | 23,8 | 23,7 | 23,6 |
| kolovoz | 28,2 | 21,9 | 17,5 | 19,8 | 24,8 | 24,7 | 22,0 | 23,9 | 23,5 | 23,8 |
| rujan | 20,4 | 14,1 | 13,9 | 13,5 | 17,7 | 19,4 | 20,0 | 16,5 | 18,7 | 19,1 |
| listopad | 16,6 | 17,5 | 10,6 | 12,0 | 17,2 | 12,0 | 12,5 | 14,0 | 15,4 | 16,3 |
| studeni | 13,1 | 8,8 | 8,9 | 9,0 | 9,0 | 9,2 | 7,6 | 8,4 | 8,9 | 10,4 |
| prosinac | 3,5 | 0,3 | 1,2 | 4,7 | 1,3 | 5,4 | 2,0 | 4,8 | 3,2 | 5,9 |
| Srednja godišnja temperatura | 14,8 | 14,1 | 11,9 | 11,8 | 13,7 | 13,8 | 13,5 | 13,4 | 13,9 | 14,1 |
| Srednja temperatura zraka petogodišnjeg razdoblja | 13,3 | | | | | 13,7 | | | | |

Tablica 2. Prosječne mjesečne temperature zraka u Varaždinu u razdobljima 2000.-2004. te 2015.-2019. (°C)

Table 2. Average monthly air temperatures in Varaždin in the period from 2000 to 2004 and from 2015 to 2019 (°C)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Mjesec | Prosječna mjesečna temperatura u razdoblju 2000.-2004.  (t2000.-2004.) | Prosječna mjesečna temperatura u razdoblju 2015.-2019.  (t2015.-2019.) | Razlika  t2015.-2019.- t2000.-2004. |
| siječanj | 1,9 | 2,7 | 0,8 |
| veljača | 5,4 | 5,1 | -0,3 |
| ožujak | 9,6 | 9,1 | -0,5 |
| travanj | 12,1 | 14,1 | 2,0 |
| svibanj | 18,5 | 17,4 | -1,1 |
| lipanj | 22,9 | 22,7 | -0,3 |
| srpanj | 23,4 | 24,1 | 0,7 |
| kolovoz | 22,4 | 23,6 | 1,1 |
| rujan | 15,9 | 18,7 | 2,8 |
| listopad | 14,8 | 14,0 | -0,7 |
| studeni | 9,8 | 8,9 | -0,9 |
| prosinac | 2,2 | 4,3 | 2,1 |
| Prosjek | 13,3 | 13,7 | 0,4 |

Slika 1. Prosječne mjesečne temperature zraka u Varaždinu u razdobljima 2000.-2004. te 2015.-2019. (°C)

Figure 1. Average monthly air temperatures in Varaždin in the period from 2000 to 2004 and from 2015 to 2019 (°C)

Najveći broj ledenih dana zabilježen je tijekom 2003. godine (Tablica 3), a tijekom 2015., 2016., 2017. te 2019. godine nisu zabilježeni. Tijekom razdoblja 2015.-2019. zabilježeno je 30 ledenih dana manje nego u razdoblju 2000.-2004.

Tijekom razdoblja 2015.-2019. zabilježena su dva studena dana manje nego u razdoblju 2000.-2004. (Tablica 3). Najviše studenih dana zabilježeno je u 2017.godini, a u 2004. i 2015. godini nije zabilježen niti jedan.

Najveća razlika među promatranim petogodišnjim razdobljima uočava se u broju hladnih dana. Njih je u razdoblju 2015.-2019. zabilježeno 103 manje nego u razdoblju 2000.-2004. (Tablica 3.). Najviše hladnih dana zabilježeno je u 2003. godini, a najmanje u 2015.godini.

U razdoblju 2015.-2019. zabilježeno je više toplih dana (2 dana) nego u razdoblju 2015.-2019. (Tablica 3.). Najviše toplih dana zabilježeno je u 2001.godini, a najmanje u 2017. godini.

U broju vrućih dana također je zabilježen porast u razdoblju 2015.-2019. i to za 15 dana (Tablica 3). Najviše toplih dana zabilježeno je u 2004. godini, a najmanje u 2002. godini.

Tablica 3. Broj ledenih (tmin ≤ -10°C), studenih (tmax < 0°C), hladnih (tmin < 0°C), toplih (tmax ≥ 25) i vrućih dana (tmax ≥ 30) u Varaždinu u razdobljima 2000.-2004. te 2015.-2019.

Table 3. Number of icy days (tmin ≤ -10°C), cold days (tmax < 0°C), cool days (tmin < 0°C), warm days (tmax ≥ 25) and hot days (tmax ≥ 30), in Varaždin in the period from 2000 to 2004 and from 2015 to 2019

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Razdoblje | Broj ledenih dana  (tmin≤-10°C) | Broj studenih dana (tmax<0°C) | Broj hladnih dana  (tmin<0°C) | Broj toplih dana  (tmax ≥25°C) | Broj vrućih dana  (tmax≥30°C) |
| 2000. | 1 | 4 | 49 | 53 | 78 |
| 2001. | 7 | 4 | 43 | 85 | 61 |
| 2002. | 3 | 4 | 51 | 71 | 14 |
| 2003. | 16 | 7 | 120 | 55 | 61 |
| 2004. | 6 | 0 | 83 | 60 | 83 |
| Prosječan broj dana u razdoblju 2000.-2004. | 33 | 19 | 346 | 324 | 297 |
| 2015. | 0 | 0 | 34 | 72 | 75 |
| 2016. | 0 | 3 | 54 | 65 | 54 |
| 2017. | 0 | 8 | 55 | 50 | 63 |
| 2018. | 3 | 4 | 57 | 81 | 54 |
| 2019. | 0 | 2 | 43 | 58 | 66 |
| Prosječan broj dana u razdoblju 2015.-2019. | 3 | 17 | 243 | 326 | 312 |
| Razlika u broju dana za razdoblje 2015.-2019. u odnosu na razdoblje  2000.-2004. | -30 | -2 | -103 | 2 | 15 |

Slika 2. Broj ledenih (tmin ≤ -10°C), studenih (tmax < 0°C), hladnih (tmin < 0°C), toplih (tmax ≥ 25) i vrućih dana (tmax ≥ 30) u Varaždinu u razdobljima 2000.-2004. te 2015.-2019.

Figure 2. Number of icy days (tmin ≤ -10°C), cold days (tmax < 0°C), cool days (tmin < 0°C), warm days (tmax ≥ 25) and hot days (tmax ≥ 30), in Varaždin in the period from 2000 to 2004 and from 2015 to 2019

Prosječna zimska temperatura zraka u razdoblju 2000.-2005. kretala se između -0,5°C (zima 2002./2003.) i 5,9°C (zima 2000./2001.), dok se u razdoblju 2015.-2020. kretala u vrijednostima od 1,7°C (zima 2016./2017.) do 5,7°C (zima 2015./2016.) (Tablica 4). Prosječna zimska temperatura petogodišnjeg razdoblja 2015.-2020. iznosi 3,7°C (Tablica 4.) i viša je od prosječne zimske temperature petogodišnjeg razdoblja 2000.-2005. kada je ona iznosila 3,0°C.

Tablica 4.Prosječna zimska temperatura zraka u Varaždinu u razdobljima 2000.-2004. te 2015.-2020. (°C)

Table 4. Average winter air temperature in Varaždin in the period from 2000 to 2004 and from 2015 to 2019 (°C)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Zima | Prosječna zimska temperatura | Prosječna zimska temperatura petogodišnjeg razdoblja |
| zima 2000./01. | 5,9 | 3,0 |
| zima 2001./02. | 3,9 |
| zima 2002./03. | -0,5 |
| zima 2003./04. | 3,8 |
| zima 2004./05. | 1,8 |
| zima 2015./16. | 5,7 | 3,7 |
| zima 2016./17. | 1,7 |
| zima 2017./18. | 3,9 |
| zima 2018./19. | 3,8 |
| zima 2019./20. | 3,2 |

**Rasprava i zaključci:**

Izračunati podatci pokazuju da je srednja godišnja temperatura zraka u Varaždinu za razdoblje 2015.-2019. godine viša od one za razdoblje 2000.-2004. Razlika iznosi 0,4°C. Podatci o prosječnim mjesečnim temperaturama pokazuju da su dva ljetna (srpanj i kolovoz), dva zimska (prosinac i siječanj), jedan proljetni (travanj) i jedan jesenski mjesec (rujan) topliji u razdoblju 2015.-2019. u odnosu na razdoblje 2000.-2004. Na temelju navedenih podataka prva hipoteza se potvrđuje.

Zabilježen je manji broj ledenih, studenih i hladnih dana u Varaždinu u razdoblju 2015.-2019. u odnosu na razdoblje 2000.-2004., dok je se u istom razdoblju broj toplih i vrućih dana povećao. Prema navedenim podatcima druga je hipoteza također potvrđena. Takva promjena broja ledenih, studenih, hladnih, toplih i vrućih dana rezultat je trenda globalnog zagrijavanja klime na što pokazuju i podatci o srednjim godišnjim temperaturama zraka.

Porast srednje godišnje temperature zraka u Varaždinu u razdoblju 2015.-2019. u odnosu na razdoblje 2000.-2004., odraz je i porasta prosječne zimske temperature zraka što je uočenu na temelju zabilježenih podataka. Stoga se i treća hipoteza potvrđuje.

Potvrđivanjem svih hipoteza dokazano je sve veće zagrijavanje zraka pa se postavlja pitanje uzroka takvom trendu promjene temperature zraka u Varaždinu. Odgovore na to pitanje valja potražiti u nekom od sljedećih istraživanja.

**Literatura:**

Šegota, T., Filipčić, A., 1996: *Klimatologija za geografe*, Školska knjiga, Zagreb.