**OPIS PROJEKTA**

**Razlike u temperaturi tla na dvije mjerne postaje**

**Differences in soil temperature at two measuring stations**

Magdalena Peroš (8.a), Dora Smiljanić (8.a), Lana Tomašić (8.a)

Mentorica: Marija Šako, prof. geografije

Osnovna škola Dragojle Jarnević, Karlovac

**Sažetak**

Naša GLOBE skupina istraživala je razlike u temperaturi tla na dvije mjerne postaje. Postavili smo nekoliko istraživačkih pitanja: mijenja li se temperatura tla na 5 cm ovisno o temperaturi zraka, razlikuje li se temperatura tla na 5 cm i 10 cm na mjernoj postaji OŠ Dragojle Jarnević u odnosu na mjernu postaju OŠ Banija i hoće li temperatura tla na 10 cm uvijek biti niža u odnosu na temperaturu tla na 5 cm. Pretpostavili smo da temperatura tla na 5 cm ovisi o temperaturi zraka, da će temperature tla na 5 i 10 cm biti više na mjernoj postaji OŠ Dragojle Jarnević u odnosu na mjernu postaju OŠ Banija. Također smo pretpostavili da temperatura tla na 10 cm neće uvijek biti niža u odnosu na temperaturi tla na 5 cm. Za istraživanje smo koristili i podatke Državnog hidrometeorološkog zavoda temperature tla za grad Karlovac. U radu smo proučavali podatke temperature tla na 5 i 10 cm i terminske temperature zraka u četiri mjeseca u različitim godišnjim dobima u 2023. godini. Nakon grafičkih prikaza podataka došli smo do zaključka da su naše pretpostavke potvrđene.

**Summary**

Our GLOBE group investigated differences in soil temperature at two measuring stations. We asked several research questions: does the soil temperature at 5 cm change depending on the air temperature, does the soil temperature at 5 cm and 10 cm differ at the Dragojle Jarnević Elementary School measuring station compared to the Banija Elementary School measuring station, and will the soil temperature at 10 cm should always be lower than the soil temperature at 5 cm. We assumed that the temperature of the soil at 5 cm depends on the air temperature, that the temperature of the soil at 5 and 10 cm will be higher at the measuring station of Dragojle Jarnević Primary School compared to the measuring station of Banija Primary School. We also assumed that the soil temperature at 10 cm will not always be lower than the soil temperature at 5 cm. For the research, we also used data from the State Hydrometeorological Institute of soil temperature for the city of Karlovac. In the paper, we studied the data of soil temperature at 5 and 10 cm and term air temperature in four months in different seasons in 2023. After the graphical presentation of the data, we came to the conclusion that our assumptions were confirmed.

**Uvod**

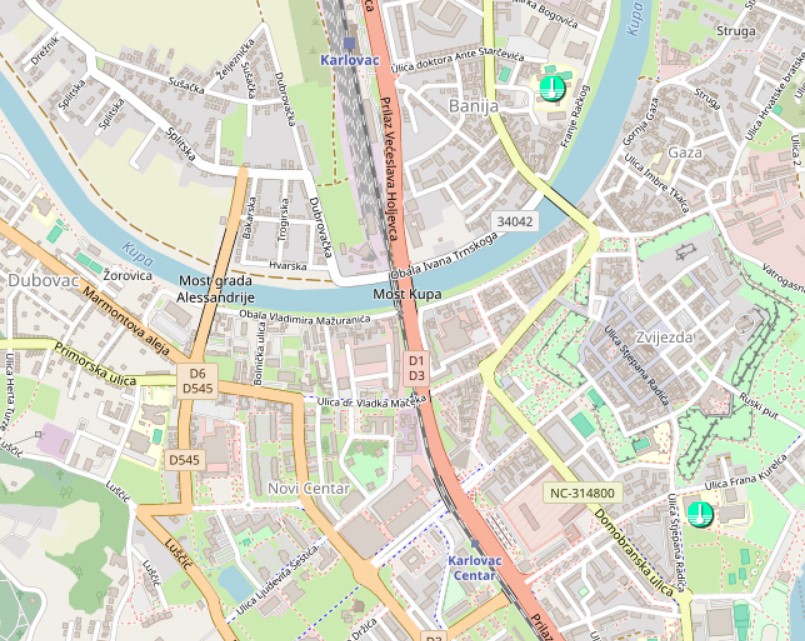
Naša škola planira kroz četiri godine u izvannastavnim aktivnostima proučavati četiri ciklusa prirode: vodu, tlo, zrak i vatru. Cilj nam je međusobno ih povezati i osvijestiti učenike i  lokalnu zajednicu  o važnosti očuvanja prirode. Ove školske godine tema projektne nastave je tlo, gdje će svaki učitelj s grupom učenika u izvannastavnoj aktivnost na različite načine pristupiti obradi ove teme. Naša GLOBE skupina od 2019. godine obavlja mjerenja temperature tla na dubini od 5 cm i 10 cm kao i atmosferska mjerenja pa nas je zainteresiralo istraživanje na temu tlo, kako bi naše učenje bilo još zanimljivije i učinkovitije. Najbolji pristup učenju je kada sami mjerimo, zapažamo, analiziramo i donosimo zaključke, pri tome koristeći stečena znanja na redovnoj nastavi iz više nastavnih predmeta (geografija, priroda, biologija, kemija, informatika itd.). Do sada smo naučili da na promjene temperature tla utječu kolebanja temperature zraka, tj. temperatura zraka varira ovisno o godišnjim dobima što se odražava i na temperaturu tla. Tijekom mjerenja uočili smo da se razlikuju temperature tla na 5 cm i 10 cm što nas je potaknulo da usporedimo temperature tla na 5 cm i 10 cm na našoj GLOBE postaji i da istražimo u kakvom su odnosu temperatura zraka i temperatura tla na 5 cm koristeći se našim podacima. Cilj nam je bio usporediti naše podatke temperature tla na 5 cm i 10 cm s podacima još jedne GLOBE škole u Karlovačkoj županiji. Pregledavanjem GLOBE baze podataka odabrali smo mjernu postaju OŠ Banija koja se nalazi u drugačijem prirodnom okruženju u odnosu na našu mjernu postaju. Zanimalo nas je razlikuju li se podaci temperatura tla na našoj mjernoj postaji u odnosu na temperature tla mjerne postaje OŠ Banija koja se nalazi u drugom dijelu grada. Podaci o geografskom smještaju mjernih postaja prikazan je u Tablici 1.

Tablica 1. Popis mjernih postaja s osnovnim podacima (geografskom širinom, geografskom dužinom i nadmorskom visinom)

Table 1. List of measuring stations with basic data (latitude, longitude and altitude)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **GLOBE POSTAJE** | **GOGRAFSKA ŠIRINA** | **GEOGRAFSKA DUŽINA** | **NADMORSKA VISINA** |
| **OŠ DRAGOJLE JARNEVIĆ** | 45. 489 | 15.56 | 116 m |
| **OŠ BANIJA** | 45.499 | 15.55 | 126 m |

Geografski položaj mjernih GLOBE postaja OŠ Dragojle Jarnević i OŠ Banija prikazane su na Slici 1., karta je preuzeta iz GLOBE baze podataka.



Banija

D. Jarnević

Slika 1. Geografski položaj mjernih postaja OŠ D. Jarnević i OŠ Banija(GLOBE)

Picture 1. Geographical location of measuring stations of D. Jarnević Elementary School and Banija Elementary School (GLOBE)

**Istraživačka pitanja, ciljevi i hipoteze**

Zadnjih nekoliko godina naša GLOBE skupina na mjernoj postaji u neposrednoj blizini škole uz atmosferska mjerenja mjeri i temperature tla na 5 cm i 10 cm prema GLOBE protokolu. Svakodnevno obavljamo atmosferska mjerenja i često mjerimo temperaturu tla, tako da raspolažemo s velikim brojem podataka. Mjereći temperaturu tla na 5 i 10 cm uočili smo da se temperature tla na različitim dubinama mijenjaju. Cilj nam je bio istražiti odnos temperature tla na 5 i 10 cm na našoj mjernoj postaji i usporediti s podacima na mjernoj postaji druge GLOBE škole i podacima iz DHMZ-a za Karlovac, proučiti povezanost temperature tla na 5 cm s terminskom temperaturom zraka i odnos temperature tla na 5 cm s temperaturom tla na 10 cm. Postavili smo istraživačka pitanja:

Mijenja li se temperatura tla na 5 cm ovisno o terminskoj temperaturi zraka?

Razlikuje li se temperature tla na 5 cm i 10 cm na mjernoj postaji OŠ Dragojle Jarnević u odnosu na mjernu postaju OŠ Banija?

Hoće li neovisno o godišnjem dobu temperatura tla na 10 cm biti niža u odnosu na temperaturu tla na 5 cm?

Naše hipoteze:

Terminska temperatura zraka utječe na temperaturu tla, povećanjem temperature zraka povećavati će se i temperatura tla na 5 cm.

Na mjernoj postaji OŠ Dragojle Jarnević temperatura tla na 5 cm i 10 cm biti će viša u odnosu na mjernu postaju OŠ Banija koja se nalazi u drugačijem prirodnom okruženju.

Temperatura tla na 10 cm ovisi o godišnjem dobu i neće uvijek biti niža u odnosu na temperaturu tla na 5 cm.

**Metode istraživanja**

Podatke temperature tla i terminske temperature zraka mjerili smo i bilježili prema GLOBE protokolu tijekom 2023. godine. Mjerenja smo obavljali po lokalnom vremenu od 12:15 do 13:00 sati na našoj mjernoj postaji, koja se nalazi između dvije zgrade i drvoreda. Svakodnevno smo mjerili terminsku temperaturu zraka, a temperaturu tla na 5 cm i 10 cm nismo mjerili svakodnevno, jer smo imali tehničkih problema (kvar termometra, kupovina drugoga, potrošnja baterija i povremena neodgovornost učenika). Za temperaturu tla koristili smo digitalni ubodni termometar (TFA), a temperaturu zraka očitavali smo pomoću digitalnog termohigrometra na 150 cm od tla. Za odgovor na neka naša istraživačka pitanja koristili smo podatke iz GLOBE baze podataka s mjerne postaje OŠ Banija koja se nalazi u drugom dijelu grada, u nešto drugačijem prirodnom okruženju u odnosu na našu postaju, nalazi se u blizini školske zgrade, s jedne strane okružena drvećem, a s druge asfaltom, nedaleko od postaje teče rijeke Kupa. Naša postaja nalazi se na travnatoj površini, između dvije zgrade, koje su dovoljno udaljene da je veliki dio dana postaja osunčana. Na mjernoj postaji OŠ Banija temperaturu tla mjere digitalnim ubodnim termometrom (TP101), a temperaturu zraka U termometrom. Za istraživanje bili su nam potrebni podaci zajedničkih dana mjerenja na obje mjerne postaje. Kako nemamo svakodnevna mjerenja temperature tla na 5 cm i 10 cm pretraživali smo GLOBE bazu podataka i odabrali četiri mjeseca u različitim godišnjim dobima 2023. godine u kojima imamo najviše zajedničkih mjerenja s mjernom postajom OŠ Banija, a to su mjeseci: ožujak, rujan, studeni i prosinac. Nismo uzeli niti jedan klimatološki ljetni mjesec jer na obje mjerne postaje je malo dana mjerenja, a još manje zajedničkih dana mjerenja. U studenom i prosincu imamo najviše zajedničkih dana mjerenja tako da smo uzeli podatke iz oba mjeseca. Iz GLOBE baze podataka preuzeli smo podatke temperature tla na 5 cm i 10 cm, kao i terminsku temperaturu zraka i prebacili u Excel tablicu iz koje smo kasnije crtali grafikone. Također smo poslali zahtjev Državnom hidrometeorološkom zavodu za podatke temperature tla na 5 cm i 10 cm s Glavne meteorološke postaje Karlovac, kako bi mogli usporediti svoje podatke temperature tla sa službenim podacima DHMZ-a. Zbrojili smo dane mjerenja s višom, nižom ili jednakom temperaturom tla na 5 i 10 cm u ožujku, srpnju, rujnu i prosincu na mjernoj postaji OŠ Dragojle Jarnević i dobivene podatke DHMZ-a.

**Prikaz i analiza podataka**

Temperaturu tla na 5 cm i 10 cm mjerimo od 2019. godine, a veći kontinuitet mjerenja je u 2023. godini, a najveći broj podataka u studenom i prosincu. Za naše istraživanje bitna nam je i terminska temperatura zraka koju svakodnevno mjerimo. Broj zajedničkih dana mjerenja na GLOBE mjernim postajama OŠ Dragojle Jarnević i OŠ Banija u 2023. godini po mjesecima iznosi: u ožujku 11 dana, rujnu 13, studenom 16 i prosincu 22 dana.

Na obje mjerne postaje za odabrana četiri mjeseca 2023. godine raspolažemo s ukupno 372 podataka (124 podatka temperature tla na 5 cm; 124 podatka temperature tla na 10 cm; 124 podatka terminske temperature zraka u solarno podne). Također raspolažemo i sa 124 podatka iz DHMZ-a (62 podatka temperature tla na 5 cm i 62 podatka temperature tla na 10 cm). Prikupljene podatke smo tablično i grafički prikazali za određeno vremensko razdoblje. Svi grafikoni izrađeni su u Microsoft Excelu.

**Grafikon 1.** Prikaz temperature tla na 5 cm i terminske temperature zraka u °C, na mjernoj postaji OŠ Dragojle Jarnević u ožujku, rujnu, studenom i prosincu 2023. godine

**Graph 1.** Display of soil temperature at 5 cm and term air temperature in °C, at the measuring station of Dragojle Jarnević Primary School in March, September, November and December 2023

Grafikon 1. pokazuje odnos temperature tla na 5 cm i terminske temperature zraka po lokalnom vremenu od 12:15 sati do 13:00 sati na mjernoj postaji OŠ D. Jarnević u ožujku, rujnu, studenom i prosincu 2023. godine. Iz dijagrama je vidljiva povezanost terminske temperature zraka i temperature tla na 5 cm.

**Grafikon 2.** Prikaz temperatura tla na 5 cm i terminske temperature zraka u °C na mjernoj postaji OŠ Dragojle Jarnević prema broju mjerenja u 2023. godine

**Graph 2.** Display of soil temperature at 5 cm and term air temperature in °C at the measuring station of Dragojle Jarnević Primary School according to the number of measurements in 2023

Za bolje uočavanje ovisnost terminske temperature zraka i temperature tla na 5 cm na grafikonu 2. prikazali smo temperaturu tla na 5 cm i terminska temperature zraka po lokalnom vremenu od 12:15 sati do 13:00 sati na mjernoj postaji OŠ Dragojle Jarnević prema broju mjerenja. Iz dijagrama je uočljivo da temperature tla na 5 cm ovisi o terminskoj temperaturi zraka, povišenjem terminske temperature zraka povisuje se i temperature tla na 5 cm. Također smo uočili da terminska temperatura zraka ima veću varijabilnost po datumima mjerenja u odnosu na temperaturu tla na 5 cm, što znači da temperatura zraka više varira nego temperatura tla na 5 cm.

Kako bi usporedili podatke i zaključili je li temperatura tla na 5 cm i 10 cm na mjernoj postaji OŠ Dragojle Jarnević viša od temperature tla na 5 cm i 10 cm na mjernoj postaji OŠ Banija nacrtali smo grafikon za svaki mjesec posebno (ožujak, rujan, studeni i prosinac). Obje mjerne postaje relativno su dobro osunčane u danima kada je veća insolacija , mjerna postaja OŠ Banije nalazi se bliže rijeci Kupi pa smo pretpostavili da će to imati utjecaja na temperaturu zraka pa tako i na temperaturu tla na 5 cm.

**Grafikon 3.** Temperatura tla na 5 cm i 10 cm (°C) na mjernoj postaji OŠ D. Jarnević i OŠ Banija od 1. do 29. ožujka 2023. godine

**Graph 3.** Soil temperature at 5 cm and 10 cm (°C) at the measuring station D. Jarnević Elementary School and Banija Elementary School from March 1 to 29, 2023

**Grafikon 4.** Temperatura tla na 5 cm i 10 cm (°C) na mjernoj postaji OŠ D. Jarnević i OŠ Banija od 2. do 29. rujna 2023. godine

**Chart 4.** Soil temperature at 5 cm and 10 cm (°C) at the measuring station D. Jarnević Elementary School and Banija Elementary School from September 2 to 29, 2023

**Grafikon 5.** Temperatura tla na 5 cm i 10 cm (°C) na mjernoj postaji OŠ D. Jarnević i OŠ Banija od 1. do 27. studenog 2023. godine

**Chart 5.** Soil temperature at 5 cm and 10 cm (°C) at the measuring station D. Jarnević Elementary School and Banija Elementary School from November 1 to 27, 2023

**Grafikon 6.** Temperatura tla na 5 cm i 10 cm (°C) na mjernoj postaji OŠ D. Jarnević i OŠ Banija od 3. do 31. prosinca 2023. godine

**Chart 6.** Soil temperature at 5 cm and 10 cm (°C) at the measuring station D. Jarnević Elementary School and Banija Elementary School from December 3 to 31, 2023

Kako bi bolje razumjeli prikupljene podatke smo prikazali u tablici 3., gdje smo unijeli podatke o broju dana kada je temperatura tla na 5 i 10 cm bila viša na mjernoj postaji OŠ D. Jarnević, broj dana kada je temperatura tla na 5 i 10 cm bila viša na mjernoj postaji OŠ Banija i broj dana kada smo imali istu temperaturu tla na 5 i 10 cm.

**Tablica 3.** Broj dana s višom temperaturom tla na 5 cm i 10 cm, broj dana s istom temperaturom tla na 5 cm i 10 cm na mjernim postajama OŠ D. Jarnević i OŠ Banija 2023.godine

**Table 2.** Number of days with higher soil temperature at 5 cm and 10 cm, number of days with the same soil temperature at 5 cm and 10 cm at the measuring stations Primary school D. Jarnević and Primary school Banija in 2023

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Mjeseci mjerenja | Broj dana zajedni -čkog mjerenja | OŠ D. Jarnević  5 cm | OŠ Banija  5 cm | 5 cm | OŠ D. Jarnević  10 cm | OŠ Banija  10 cm | 10 cm |
| Broj dana s višom temperaturom tla | | Broj dana s istom temperaturom | Broj dana s višom temperaturom tla | | Broj dana s istom temperatu-rom |
| Ožujak | 11 | **7** | 4 | 0 | **9** | 1 | 1 |
| Rujan | 13 | **9** | 4 | 0 | **10** | 3 | 0 |
| Studeni | 16 | **11** | 4 | 1 | **13** | 3 | 0 |
| Prosinac | 22 | 7 | **13** | 2 | **11** | **11** | 0 |
| **UKUPNO** | **62** | **34** | **25** | **3** | **43** | **18** | **1** |

Iz tablice 3. uočavamo da je na mjernoj postaji OŠ Dragojle Jarnević temperatura tla na 5 i 10 cm veći broj dana bila viša (u tablici istaknuto crvenim brojevima) u odnosu na podatke mjerne postaje OŠ Banija.

Odnos temperature tla na 5 cm i 10 cm na mjernoj postaji OŠ Dragojle Jarnević prikazali smo na grafikonima po mjesecima, kako bi zaključili je li temperatura tla na 10 cm niža od temperature tla na 5 cm. Ovdje smo uzeli podatke iz različitih godišnjih doba, uključujući i ljetni mjesec srpanj, jer nismo ovisni o zajedničkim danima mjerenja.

**Grafikon 7.** Temperatura tla na 5 cm i 10 cm na mjernoj postaji OŠ Dragojle Jarnević od 1. do 29. ožujka 2023. godine

Chart 7. Soil temperature at 5 cm and 10 cm at the measuring station of Dragojle Jarnević Primary School from March 1 to 29, 2023

**Grafikon 8.** Temperatura tla na 5 cm i 10 cm na mjernoj postaji OŠ Dragojle Jarnević od 21. do 31. srpnja 2023. godine

**Chart 8.** Soil temperature at 5 cm and 10 cm at the measuring station of Dragojle Jarnević Elementary School from July 21 to 31, 2023

**Grafikon 9.** Temperatura tla na 5 cm i 10 cm na mjernoj postaji OŠ Dragojle Jarnević od 2. do 29. rujna 2023. godine

**Chart 9.** Soil temperature at 5 cm and 10 cm at the measuring station of Dragojle Jarnević Elementary School from September 2 to 29, 2023

**Grafikon 10.** Temperatura tla na 5 cm i 10 cm na mjernoj postaji OŠ Dragojle Jarnević od 3. prosinca do 31. prosinca 2023. godine

**Graph 10.** Soil temperature at 5 cm and 10 cm at the measuring station of Dragojle Jarnević Elementary School from December 3 to December 31, 2023

Cilj nam je bio usporediti odnose temperatura tla na 5 i 10 cm na našoj mjernoj postaji s temperaturom tla iz DHMZ-a za grad Karlovac. Uzeli smo podatke od četiri mjeseca, iz svakog godišnjeg doba po jedan mjesec. U tablici 4. prikazali smo podatke kojim smo raspolagali u ožujku, srpnju, rujnu i studenom te smo brojem i postotkom prikazali kada je temperatura tla na 10 cm bila viša, niža ili jednaka temperaturi tla na 5 cm.

**Tablica 3.** Broj i postotak dana kada je temperatura tla na 10 cm bila viša, niža ili jednaka temperaturi tla na 5 cm u ožujku, srpnju, rujnu i prosincu 2023. godine na mjernoj postaji OŠ D. Jarnević i DHMZ-a u Karlovcu

**Table 3.** The number and percentage of days when the soil temperature at 10 cm was higher, lower or equal to the soil temperature at 5 cm in March, July, September and December 2023 at the measuring station of OS D. Jarnević and DHMZ in Karlovac

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Naziv mjerne postaje | Broj mjerenja | Temperatura tla na 10 cm viša od temperaturi tla na 5 cm | Temperatura tla na 10 cm niža od temperaturi tla na 5 cm | Temperatura tla na 10 cm jednaka temperaturi tla na 5 cm |
| OŠ Dragojle Jarnević | 57 | 12 (21%) | 43 (75%) | 2 (4%) |
| DHMZ Karlovac | 122 | 51 (42%) | 66 (54%) | 5 (4%) |

**Rasprava i zaključci**

Prikupljanjem, obradom i analizom podataka terminske temperature zraka i temperature tla na dubini od 5 cm na mjernoj postaji OŠ Dragojle Jarnević možemo potvrditi da terminska temperatura zraka utječe na temperaturu tla na 5 cm. Porastom terminske temperature zraka mjerene na 150 cm visine nad tlom raste i temperatura tla na 5 cm što pokazuje grafikon 1. i 2. Time smo potvrdili našu hipotezu. Došli smo i do spoznaje da su veće oscilacije terminske temperature zraka od temperature tla na 5 cm.

Uspoređivanjem podataka temperature tla na dubini od 5 i 10 cm sa mjerne postaje OŠ Dragojle Jarnević i mjerne postaje OŠ Banija preuzetih iz GLOBE baze podataka zaključili smo da na mjernoj postaji OŠ D. Jarnević ima veći broj dana s višom temperaturom tla na 5 i 10 cm nego na mjernoj postaji OŠ Banija. Razlike se mogu vidjeti u ožujku - grafikon 3., rujnu - grafikon 4. i studenom - grafikon 5. Izuzetak je prosinac - grafikon 6., kada je veći broj dana s višom temperaturom tla na 5 cm bilo na mjernoj postaji OŠ Banija, ali ne i temperatura tla na 10 cm (tablica 3.). Iz svega navedenog potvrdili smo našu hipotezu.

Odgovor na naše zadnje istraživačko pitanje odnosa temperature tla na 5 cm i 10 cm na našoj mjernoj postaji vidimo iz grafikona 10, gdje se uočava da temperatura tla na dubini od 10 cm nije uvijek niža od temperature tla na dubini od 5 cm. Naša je pretpostavka da će ovisno o godišnjim dobima biti različit odnos temperatura na dubinama od 5 i 10 cm. U toplijim mjesecima temperatura tla na 5 cm uglavnom će biti viša, a u hladnijim mjesecima zbog promjene temperature zraka brže se mijenja temperatura tla bliža površini tada će temperatura tla na 10 cm biti viša. Usporedili smo podatke naše mjerne postaje i podatke DHMZ- a za grad Karlovac i rezultate prikazali u tablici 4. Prema našim podacima i podacima DHMZ-a potvrdili smo zadnju hipotezu. Postoje odstupanja u postotku broja mjerenja s višom, nižom ili jednakom temperaturom između podataka naše mjerne postaje i mjerna postaja DHMZ-a, što možemo povezati s većim brojem podataka koje smo dobili od DHMZ-a. Svjesni smo da za svako istraživanje je bitan što veći broj podataka kako bi rezultati istraživanja bili što pouzdaniji. U budućnosti planiramo svakodnevno mjeriti temperature tla na dubinama od 5 i 10 cm i povezati temperaturu tla s količinom oborina i temperaturom površine tla što nam u budućnosti otvara nove izazove vezane uz tlo.

**Literaturni izvori:**

1. GLOBE baza podataka [www.globe.gov](http://www.globe.gov)

2. Program GLOBE Hrvatske - Pedosfera – tlo <http://globe.hr/upute-za-provedbu/>

3. Kako izmjeriti temperaturu tla? <https://www.agroklub.com/poljoprivredne-vijesti/kako-izmjeriti-temperaturu-tla/74451/>

4. Površinska temperatura različitih vrsta tla – veza na rad <https://www.globe.gov/documents/10157/fba7943f-b4ef-4344-97b0-9fb367c1ffba>

5. Orešić, D., Tišma, I., Vuk, R., Bujan, A., Kralj, P. 2020. Gea 2 - udžbenik geografije u 6. razredu, Školska knjiga, Zagreb 2020. godine