

Temperatura tal – protokol



Dobrodošli

Uvod

Protokoli

Učne dejavnosti

Dodatek

Namen

Merjenje temperature tal blizu površja.

Pregled

Učenci s talnim termometrom izmerijo temperaturo tal na globinah 5 in 10 cm.

Cilji

Učenci znajo izvesti umerjanje talnega termometra, točne in natančne meritve temperature tal ter poročati podatke o temperaturi tal. Meritve temperature tal znajo povezati s fizikalnimi in kemijskimi značilnostmi tal.

Znanstveni koncepti

Znanost o Zemlji in vesolju

Lastnosti tal so barva, tekstura, struktura, konsistenca, gostota, pH, rodovitnost; omogočajo rast številnih rastlinskih vrst. Zemeljsko površje se spreminja. Pretok vode v tleh spreminja tako lastnosti tal kot vode.

Fizika

Lastnosti predmetov lahko opazujemo. Energija se ohranja. Toplota prehaja s toplejšega na hladnejše telo.

Sposobnost znanstvenega raziskovanja

Prepoznati vprašanja, na katera lahko odgovorite. Načrtovati in izvesti raziskavo. Z uporabo ustreznih orodij, tehnik in matematičnih znanj analizirati in interpretirati podatke.

Z uporabo dokazov opisati in razložiti predvidevanja. Poročati o postopkih in razlagah.

Čas

10–15 minut

Starost

Ni starostne omejitve.

Pogostost

Meritve temperature tal lahko izvajate dnevno ali tedensko. Sezonske meritve izvajate vsake tri mesece v 2–3 urnih intervalih, v dveh zaporednih dneh (*meritev diurnalnega cikla*).

Materiali in orodja

- talni digitalni termometer ali termometer s številčnico
- 12 cm dolg žebelj ali klin
- čaša (500 mL)
- kladivo
- distančniki (za določanje globine vstavitve termometra)
- precizni termometer
- ključ za nastavitev talnega termometra s številčnico
- ura
- GLOBE dnevnik
- [podatkovni list Temperatura tal](#)

Priprava

Izdelajte distančnike, da boste talni termometer namestili na ustrezni globini.

Pogoji

Jih ni.



Protokol Temperatura tal – uvod

Meritev temperature tal je enostavna meritev, zbrani podatki pa so v pomoč znanstvenikom in učencem. Temperatura tal vpliva na podnebje, rast rastlin, čas brstenja in odpadanja listov, hitrost razgradnje organskega odpada in na druge kemijske, fizikalne in biološke procese, ki potekajo v tleh. Temperatura tal je neposredno povezana s temperaturo ozračja, ker so tla izolator za toploto, ki se pretaka med trdnimi tlemi in ozračjem. Na sončni dan bodo tla absorbirala energijo Sonca in njihova temperatura se bo povišala. Ponoči toplota iz tal prehaja v ozračje in neposredno ter opazno vpliva na temperaturo zraka.

Temperature tal so lahko relativno nizke poleti ali relativno visoke pozimi. Razpon vrednosti temperatur tal se gibljejo od 50 °C pod površjem tal puščave poleti (višje kot maksimalna temperatura zraka) do vrednosti pod lediščem pozimi.

Temperatura tal značilno vpliva na brstenje in hitrost rasti rastlin. Ko se temperatura tal dviga, to pospeši kemijske reakcije v semenu in sproži njegovo kalitev. Kmetje s pomočjo podatkov o temperature tal predvidijo, kdaj bodo sadili pridelek. Temperatura tal določa tudi življenjske cikle drobnih talnih živali. Npr. žuželke in živali, ki hibernirajo, zapustijo tla glede na temperaturo v tleh.

Od temperature tal je odvisno tudi, ali bo voda v tleh v tekočem, plinastem ali trdnem agregatnem stanju. Količina in agregatno stanje vode v tleh vplivata na značilnosti vseh horizontov v profilu tal. V hladnih tleh je manj razgradnje, ker mikroorganizmi delujejo počasneje. Zaradi tega je prst temneje obarvana. Intenzivno segrevanje v tropih povzroči hitrejši razpad in tvorbo železovih ionov, kar daje tlem značilno rdečkasto barvo. V severnih in južnih geografskih širinah in na višjih nadmorskih višinah so ponekod tla trajno zamrznjena. To imenujemo permafrost. Ko se permafrost topi, spremeni strukturo tal in debelino horizonta ter lahko poškoduje korenine rastlin. V zmernem pasu in pri srednjih nadmorskih višinah tla pri površju zmrzujejo pozimi. Iz površine tal voda izhlapeva. Stopnja izhlapevanja je odvisna od vodnega tlaka in temperature tal. Ko voda hlapi iz tal, prispeva k vlažnosti zraka, kar vpliva na podnebje.

Razumevanje procesa segrevanja in ohlajanja tal pomaga napovedati dolžino rastne sezone rastlin, tipe rastlin in živali, ki jih najdemo v tleh in vnos vlage v ozračje. Vlažnost tal vpliva na hitrost segrevanja in ohlajanja tal. Vlažna tla se segrevajo počasneje kot suha, ker voda v porah med delci prsti absorbira več toplote kot zrak.

Podatke o temperaturi tal lahko uporabite za napoved, kako bo globalno segrevanje ali ohlajanje vplivalo na ekosistem. Znanstveniki podatke o temperaturi tal uporabljajo pri svojih tematsko raznolikih razskavah, kot so zatiranje škodljivcev in podnebne spremembe. GLOBE učenci z zbiranjem podatkov o temperaturi tal znatno pripomorejo k razumevanju okolja, v katerem živimo.



Podpora učitelju

Priprava

Učenci naj v skladu z navodili [laboratorijskega vodnika Umerjanje talnega termometra](#) pred meritvijo in nato vsake tri mesece umerijo talni termometer. Tako boste zagotovili, da bodo meritve učencev točne. Da bodo učenci meritve izvajali na ustrezni globini, naj uporabijo distančnike, ko termometer potiskajo v tla. Distančnike izdelate po postopku, ki je prikazan na sliki SO-TE-1.

Meritev na 5 cm

1. Odmerite 7 cm od konice talnega termometra in to točko označite. (Ne pozabite, da je temperaturni senzor običajno nameščen 2 cm od konice termometra.)
2. Izmerite razdaljo od baze številčnice talnega termometra do točke, ki označuje 7 cm.
3. Distančnik izdelate tako, da odrežete kos cevi ali lesa enake dolžine. (Če boste uporabili les, skozenj po sredini izvrtajte luknjo.)
4. Talni termometer vdenite skozi distančnik. Iz spodnjega dela distančnika mora molet 7 cm termometra.
5. Distančnik označite kot *meritev 5 cm*.

Meritev na 10 cm

1. Odmerite 12 cm od konice talnega termometra in to točko označite.
2. Izmerite razdaljo od baze številčnice talnega termometra do točke, ki označuje 12 cm.
3. Distančnik izdelate tako, da odrežete kos cevi ali lesa enake dolžine. (Če boste uporabili les, skozenj po sredini izvrtajte luknjo.)
4. Talni termometer vdenite skozi distančnik. Iz spodnjega dela distančnika mora molet 12 cm termometra.
5. Distančnik označite kot *meritev 10 cm*.

Svoje termometre lahko učenci označijo tudi tako, da jih bodo v tla potisnili do ustrezne globine. Termometre lahko označujejo z alkoholnim flomastrom. Termometre naj označijo 7 cm od konice za meritev na globini 5 cm in 12 cm od konice za meritev na globini 10 cm.

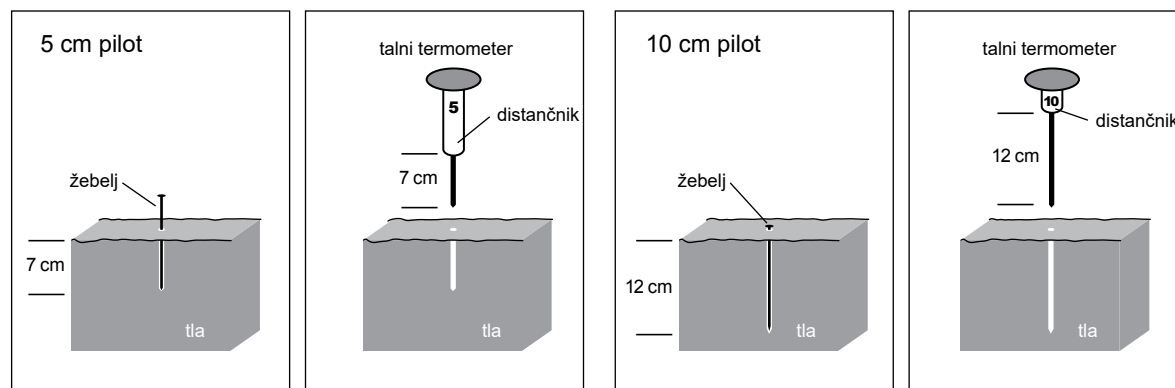
Izbira merilnega mesta

Podatke o temperaturi tal zbirajte v bližini merilnega mesta za ozračje ali merilnega mesta za vlažnost tal.

Upravljanje z materialom

Meritve temperature tal ne zahtevajo drage opreme. Razmislite o nabavi treh talnih termometrov. Ker podatke zbirate v treh paralelkah, bi vam trije talni termometri skrajšali čas, ki ga potrebujete za meritev. To vam lahko omogoči dnevne meritve. Pogostejše meritve so bolj uporabne za raziskovalce in v razredu.

Slika SO-TE-1: Izdelava distančnikov za talni termometer.





Talni termometri se poškodujejo, če jih učenci na silo potiskajo v tla. Priporočeno je, da si učenci z velikim žebeljem ali drugim koničastim predmetom najprej pripravijo pilotne luknje. To ni potrebno, če so tla mehka (tj. ohlapna ali krhka). Žebelj, ki ga boste uporabili za izdelavo pilotnih lukenj, označite z alkoholnim flumastrom ali vanj z žago zarežite na 5, 7, 10 in 12 cm.

Talnih termometrov ne puščajte trajno v tleh. Upoštevajte, da niso zaščiteni pred vdorom vlage, zato jih ne puščajte zunaj. (Preverite sonde, ki jih lahko pustite nemeščene v tleh v [izbirni protokol za Avtomatiziran monitoring temperature tal in zraka](#) ali [protokol Večdnevna digitalna meritev maksimalne/minimalne in trenutne temperature zraka in tal](#).)

Usmeritve učencev

Meritve temperature tal izvajajo dva ali trije učenci.

Pogostost meritev

Meritve temperature tal izvajajte dnevno ali mesečno. Vsake tri mesece naj bi učenci v dveh zaporednih dneh izvedli vsaj pet meritev v razmaku dveh do treh ur, kot je zapisano v *protokolu Temperatura tal – terenski vodnik Meritev diurnalnega cikla*. Čeprav poln dnevni cikel traja 24 ur, je tu mišljeno, da zajamejo dnevni del cikla.

Postopek merjenja

Ko izberete ustrezno merilno mesto, naredite pilotno luknjo do globine 5 cm in vanjo za 2–3 minute vstavite temperaturno sondo. Pilotno luknjo nato poglobite do 10 cm in vanjo ponovno vstavite temperaturno sondo. Temperaturo tal odčitajte, ko se izpis stabilizira. Ta proces ponovite še dvakrat znotraj razdalje 25 cm od prvotne meritve, kar skupaj traja približno 20 minut. Učenci izmerijo temperaturo tal trikrat na globinah 5 in 10 cm. Tri meritve na isti globini znotraj 25 cm morajo biti podobne. Če ena od meritev odstopa (se zelo razlikuje od ostalih), bi znanstveniki lahko podvomili v veljavnost meritve. Učenci naj v metapodatkih zabeležijo vse, za kar menijo, da bi lahko povzročilo anomalijo. Meritve temperature tal lahko uporabite za začetek kvantitativnih GLOBE meritev na območju šole pred postavitvijo vremenske hišice. Opremo prinesete na teren za izvedbo meritev in jo nato vrnete nazaj v učilnico, da se izognete varnostnim težavam.

Podporne dejavnosti

Učence spodbudite, da preučijo razmerje med temperaturo tal in značilnostmi tal. Učenci naj primerjajo temperature tal, zraka in vode.

Učenci naj preučijo sezonska nihanja v temperaturi tal.

Učenci naj narišejo pričakovan graf spreminjanja temperature tal pri različnih globinah. Svoje odločitve naj utemeljijo. Svoje grafe lahko primerjajo z dejanskimi podatki iz vizualizacij na GLOBE spletni strani. Učenci naj se pogovorijo o drugih spremenljivkah, ki bi lahko vplivale na vzorec temperature tal.

Učenci naj izvedejo [protokol Temperatura površja](#) znotraj raziskav ozračja. V tem protokolu učenci merijo temperature površja. Te meritve so lahko povezane s temperaturami tal.

Vprašanja za nadaljnje raziskave

Ali so ob lokalnem sončnem poldnevu višje temperature tal ali temperature zraka?

Koliko se morajo segreti tla na vašem območju, preden vzklijejo semena?

Kako globoko zmrznejo tla pri vas?

Kako so ostale GLOBE meritve povezane s temperaturo tal?

Ali je čas maksimalne temperature zraka in čas maksimalne temperature tal na globini 10 cm preko leta konstanten?



Umerjanje talnega termometra

Laboratorijski vodnik

Naloga

Umerite talni termometer.

Potrebuje:

- ☐ talni termometer,
- ☐ vodo,
- ☐ precizni termometer (z metodo ledene kopeli potrjeno natančen na $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$, kot je opisano v *Raziskave ozračja*),
- ☐ ključ, ki ustreza vijaku na talnem termometru,
- ☐ dnevnik.
- ☐ čaša (500 mL),

V laboratoriju

1. V čašo nalijte približno 250 mL vode sobne temperature.
2. V vodo postavite tako precizni kot talni termometer.
3. Preverite, da voda pokriva vsaj spodnje 4 cm obeh termometrov. Po potrebi vodo dolijte.
4. Počakajte 2 minuti.
5. Na obeh termometrih odčitajte temperaturo.
6. Če je razlika v temperaturi med termometroma manjša od $2\text{ }^{\circ}\text{C}$, zaključite; vaš talni termometer je umerjen.
7. Če je razlika v temperaturah večja kot $2\text{ }^{\circ}\text{C}$, počakajte še dve minuti.
8. Če je razlika v temperaturah še vedno večja od $2\text{ }^{\circ}\text{C}$, prilagodite talni termometer tako, da s ključem obračate umeritveni vijak na bazi številčnice, dokler odčitek talnega termometra ni skladen z odčitkom preciznega termometra.

Temperatura tal – protokol

Terenski vodnik

Naloga

Izmerite temperaturo tal in zraka.

Potrebuje:

- | | |
|--|---|
| ☐ podatkovni list Temperatura tal | ☐ uro, |
| ☐ talni termometer, | ☐ dnevnik, |
| ☐ distančnike za termometer, | ☐ pero ali svinčnik, |
| ☐ žebelj dolžine 12 cm ali več,
označen pri 5, 7, 10 in 12 cm od
konice (če so tla trda), | ☐ kladivo (če so tla še posebej trda). |

Na terenu

1. Izpolnite zgornji del *podatkovnega lista Temperatura tal*.
2. Poiščite vaše mesto meritve (če so tla mehka, preskočite 3. korak).
3. Z žebljem v tla naredite 5 cm globoko pilotno luknjo za termometer. Če so tla še posebej trdna, boste morali uporabiti kladivo in luknjo poglobiti do 7 cm. Previdno izvlecite žebelj, pri tem poskušajte premakniti čim manj prsti. Pomaga, če med izvlekom žebelj vrtite. Če tla razpokajo ali se izbočijo, se premaknite za 25 cm stran od prve pilotne luknje in poskusite znova.
4. Termometer vdenite skozi daljši distančnik tako, da je pod njim še 7 cm sonde. Številčnica naj bo pri vrhu distančnika.
5. Termometer nežno potisnite v tla.
6. Počakajte 2 minuti. Temperaturo in čas zabeležite v svoj dnevnik.
7. Počakajte 1 minuto. Temperaturo in čas zabeležite v svoj dnevnik.
8. Če sta dve zaporedni meritvi znotraj 1,0 °C, meritev in čas zabeležite na *podatkovni list Temperatura tal* kot **vzorec 1**, meritev 5 cm. Če dve zaporedni meritvi nista znotraj 1,0 °C, nadaljujte z merjenjem temperature v 1-minutnih intervalih, dokler dve zaporedni meritvi nista znotraj 1,0 °C.
9. Termometer odstranite iz luknje. (Če so tla mehka, preskočite 10. korak.)
10. Z žebljem luknjo poglobite do 10 cm. Če morate pri tem uporabiti kladivo, jo poglobite do 12 cm.

11. Daljši distančnik nadomestite s krajšim tako, da iz spodnjega dela distančnika moli 12 cm termometra. Termometer potisnite v isto luknjo. Nežno ga potiskajte navzdol, dokler ni konica termometra 12 cm globoko v tleh.
12. Počakajte 2 minuti. Temperaturo in čas zabeležite v svoj dnevnik.
13. Počakajte 1 minuto. Temperaturo in čas zabeležite v svoj dnevnik.
14. Če sta dve zaporedni meritvi znotraj 1,0 °C, meritev in čas zabeležite na podatkovni list Temperatura tal kot **vzorec 1**, meritev 10 cm. Če dve zaporedni meritvi nista znotraj 1,0 °C, nadaljujte z merjenjem temperature v 1-minutnih intervalih, dokler 2 zaporedni meritvi nista znotraj 1,0 °C.
15. Korake 2–14 ponovite še v dveh luknjah, ki sta 25 cm oddaljene od prve. Te podatke zapišite na *podatkovni list Temperatura tal* kot **vzorec 2**, 5 in 10 cm ter **vzorec 3**, 5 in 10 cm.
Opomba: Te tri sete meritev morate izvesti v največ 20 minutah.
16. Če lahko, na termometru v vremenski hišici odčitajte in si zabeležite trenutno temperaturo zraka ali pa sledite [protokolu Trentna temperatura](#) v *Raziskave ozračja*.
17. Vso opremo očistite.

Meritev diurnalnega cikla temperature tal – protokol

Terenski vodnik

Naloga

Dva zaporedna dneva vsaj petkrat na dan merite temperaturo tal in zraka.

Potrebuje:

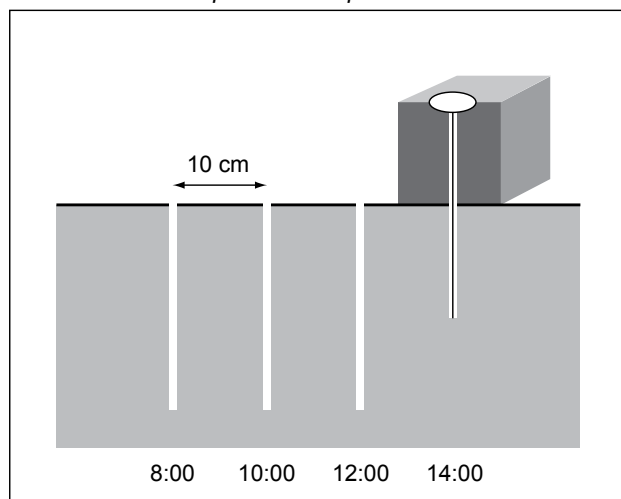
- | | |
|--|--|
| ☐ <u>podatkovni list Temperatura tal – diurnalni cikel</u> , | ☐ kladivo (če so tla še posebej trda), |
| ☐ talni termometer, | ☐ uro, |
| ☐ distančnike za termometer, | ☐ pero ali svinčnik, |
| ☐ žebelj dolžine 12 cm ali več, označen pri 5, 7, 10 in 12 cm od konice (če so tla trda), | ☐ dnevnik (zvezek), |
| | ☐ termometer (za trenutno temperaturo zraka). |

Na terenu

1. Izpolnite zgornji del *podatkovnega lista Temperatura tal* in izberite svoje prvo mesto vzorčenja. Če so tla trda, pričnite s 3. korakom, sicer s 4. korakom. Ne pozabite, da boste korake od 2–15 ponovili vsaj štirikrat.)
2. Naslednjo točko za vzorčenje poiščite vsaj 10 cm stran od prejšnjih meritev. Glejte sliko SO-TE-2. (Če da so tla mehka, preskočite na 4. korak).
3. Z žebeljem v tla naredite 5 cm globoko pilotno luknjo za termometer. Če so tla še posebej trdna, boste morali uporabiti kladivo in luknjo poglobiti do 7 cm. Previdno izvlecite žebelj, pri tem poskušajte premakniti čim manj prsti. Pomaga, če med izvlekom žebelj vrtite. Če tla razpokajo ali se izbočijo, se premaknite za 10 cm stran od prve pilotne luknje in poskusite znova.
4. Termometer vdenite skozi daljši distančnik tako, da je pod njim še 7 cm sonde. Številčnica naj bo ob vrhu distančnika.
5. Termometer nežno potisnite v tla.
6. Počakajte 2 minuti. Temperaturo in čas zabeležite v svoj dnevnik.
7. Počakajte 1 minuto. Temperaturo in čas zabeležite v svoj dnevnik.
8. Če sta dve zaporedni meritvi znotraj 1,0 °C, meritev in čas zabeležite na *podatkovni list Temperatura tal* za trenutni vzorec, meritev 5 cm. Če dve zaporedni meritvi nista znotraj 1,0 °C, nadaljujte z merjenjem temperature v 1-minutnih intervalih, dokler dve zaporedni meritvi nista znotraj 1,0 °C.
9. Termometer odstranite iz luknje. (Če so tla mehka, preskočite 10. korak.)

10. Z žebljem luknjo poglobite do 10 cm. Če morate pri tem uporabiti kladivo, jo poglobite do 12 cm.
11. Daljši distančnik nadomestite s krajšim tako, da iz spodnjega dela distančnika moli 12 cm termometra. Termometer potisnite v isto luknjo. Nežno ga potiskajte navzdol, dokler ni konica termometra 12 cm globoko v tleh.
12. Počakajte 2 minuti. Temperaturo in čas zabeležite v svoj dnevnik.
13. Počakajte 1 minuto. Temperaturo in čas zabeležite v svoj dnevnik.
14. Če sta dve zaporedni meritvi znotraj $1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, meritev in čas zabeležite na podatkovni list *Temperatura tal* za trenutni vzorec, meritev 10 cm. Če dve zaporedni meritvi nista znotraj $1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, nadaljujte z merjenjem temperature v 1-minutnih intervalih, dokler dve zaporedni meritvi nista znotraj $1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$.
15. Iz termometra v vremenski hišici odčitajte in zabeležite trenutno temperaturo zraka; sledite [protokolu Trenutna temperatura zraka](#) v *Raziskovanje ozračja*. Podatkovni list *Temperatura* učencem omogoča, da si izrišejo podatke o diurnalnem ciklu temperature tal.
16. Korake 2–15 ponovite vsake 2 do 3 ure za vsaj 5 meritev. Glejte sliko SO-TE-2. Upoštevajte, da so na sliki navedeni časi le predlog. Izberite ure, ki ustrezajo vašemu urniku.
17. Naslednji dan ponovite korake 2–16. Upoštevajte, da boste za drugi dan potrebovali nov *podatkovni list Temperatura tal*.

Slika SO-TE-2: Temperatura tal: postavitev meritve diurnalnega cikla





Protokol Temperatura tal – pregled podatkov

Ali so podatki smiselni?

Izris grafov temperature tal je uporaben za določanje trendov in sprememb temperature. Npr. grafi temperatur tal na globinah 5 in 10 cm, merjenih v enem letu na treh lokacijah z različno geografsko širino, prikazujejo nekaj zanimivih trendov. Glejte Valdres, Norveška (61,13° N, 8,59° E: slika SO-TE-3), Cleveland, OH, ZDA (61,13° N, -81,56° W: slika SO-TE-4), in Kanchanaburi, Tajska (14,49° N, 99,47° E: slika SO-TE-5). Ti grafi kažejo, da temperature tal na globinah 5 in 10 cm sledijo podobnim vzorcem spreminjanja skozi čas.

Podatki o temperaturi tal praviloma kažejo dnevne in sezone trende, ki so podobni trendom temperature zraka. Naslednji niz grafov prikazuje temperaturo tal na globini 5 cm in srednjo vrednost temperature zraka za iste šole kot prejšnji grafi. Glejte slike SO-TE-6, SO-TE-7, SO-TE-8. Upoštevajte, da je temperatura zraka prikazana na levi osi, temperatura tal pa na desni.

Da bi ugotovili, ali so podatki v grafih smiselni, si lahko zastavite naslednja vprašanja:

- Pri kateri globini je temperatura tal načeloma višja? Ali to drži za vse lokacije? Ali to drži za celo leto?
- Kakšno je razmerje med temperaturo tal in temperaturo zraka? Ali je enako za vse tri lokacije? Ali je enako čez celo leto?
- Katera od temperatur ima po podatkih, prikazanih na grafih, v letu širše temperaturno območje? Temperatura zraka ali tal?

Učenci lahko ugotovijo smiselnost svojih podatkov, če jih primerjajo s podatki drugih šol in si zastavijo podobna vprašanja. Ko bodo preučili grafe svojih meritev v tleh in zraku, bodo bolje razumeli trende, ki se pojavljajo na njihovem merilnem mestu. Izris grafov temperature tal je uporaben tudi pri določanju točk, ki se ne zdijo smiselne. Te podatkovne točke imenujemo anomalije. Lahko so rezultat naravnega pojava ali težav v procesu zbiranja podatkov. Grafi učencem omogočajo vpogled v letne ali dnevne trende temperature tal.

Učenci naj si pri analizi grafov s podatki o temperaturi tal postavijo naslednja vprašanja:

- Kakšna je srednja vrednost temperature?
- Kakšen je rang podatkov (razlika med maksimumom in minimumom)?
- Kako se podatki spreminjajo v različno dolgih obdobjih (dnevno, tedensko in mesečno)?
- Če se običajen vzorec prekine, ali je razlog te prekinitev v drugih nizih podatkov ali v metapodatkih?
- Ali podatki predstavljajo prostorsko in časovno povprečje? (Upoštevajte, da nekateri znanstveniki uporabljajo opremo oz. obdelavo podatkov, ki samodejno povpreči količine, kot je temperatura skozi daljša časovna obdobja. V splošnem podatki GLOBE predstavljajo trenutne meritve posameznih parametrov.)

Navedenih je nekaj trendov, ki naj bi jih učenci opazili pri svojih podatkih o temperaturi tal:

- Korelacijo ali podobnost med podatki o temperaturi tal na globini 5 in 10 cm.
- Trendi temperature tal so na videz podobni trendom temperature zraka.

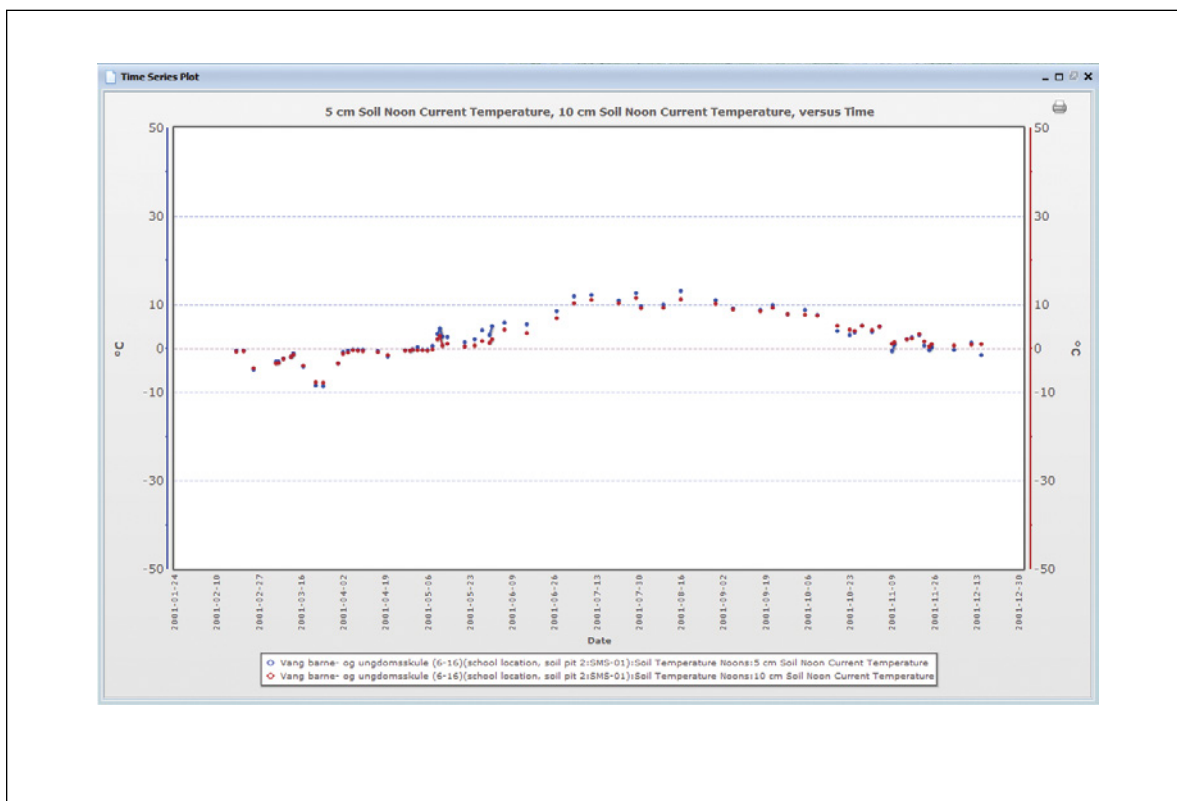
Kaj znanstveniki razberejo iz podatkov?

Znanstveniki primerjajo spremembe v temperaturi tal z značilnostmi tal, da določijo, kako se različna tla segrevajo in ohlajajo. Ker toplota načeloma pospešuje fizikalne, kemijske in biološke reakcije, znanstveniki podatke o temperaturi tal uporabljajo za napoved hitrosti procesov, kot je kalitev semen. Znanstvenike še posebej zanimajo dolgoročni podatki o temperaturi tal. Primerjava temperatur tal, zraka in vode skozi leta jim pomaga razumeti globalne podnebne spremembe in številne z njim povezane procese, kot je nastanek tal in premafrosta. Dolgoročni podatki so potrebni za določitev trajnosti ali trenda katerikoli opaženih sprememb.

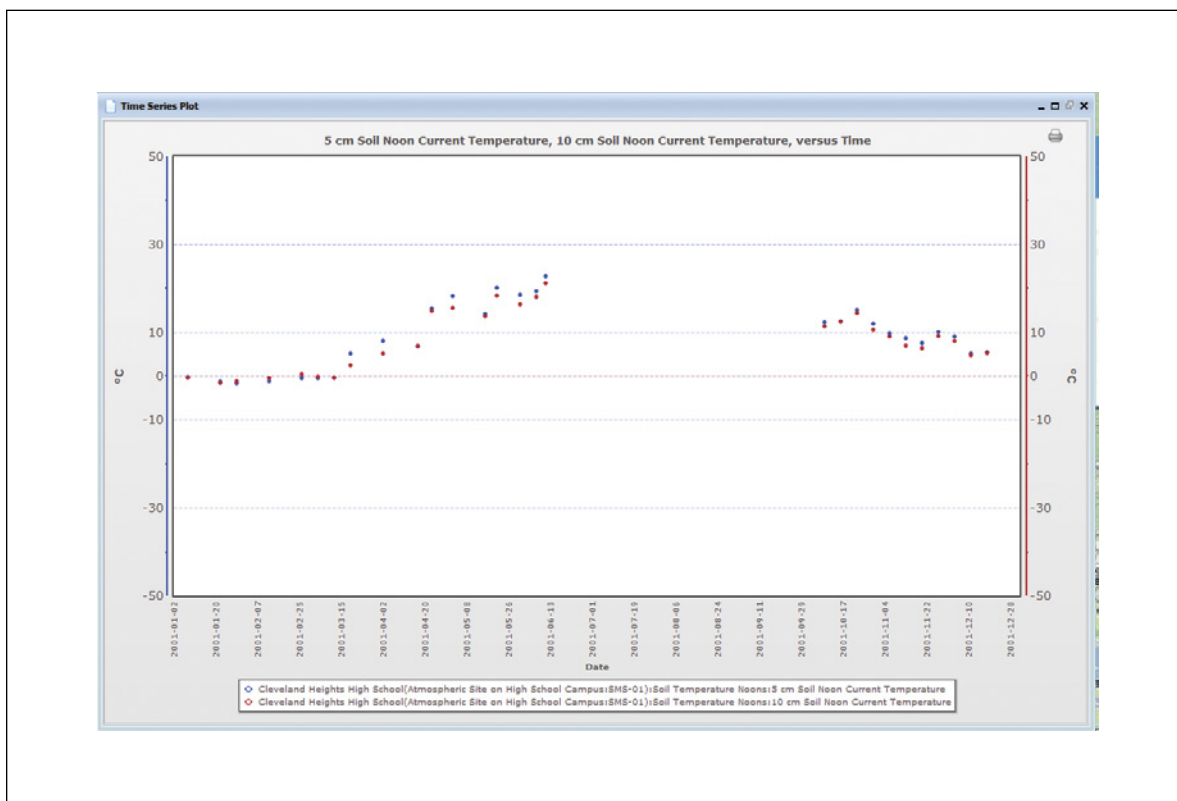
Znanstveniki za potrditev in ekstrapolacijo svojega razumevanja z enega področja na drugega uporabljajo opazovanja na površju skupaj z modeli v različnih merilih in z drugimi nizi podatkov.



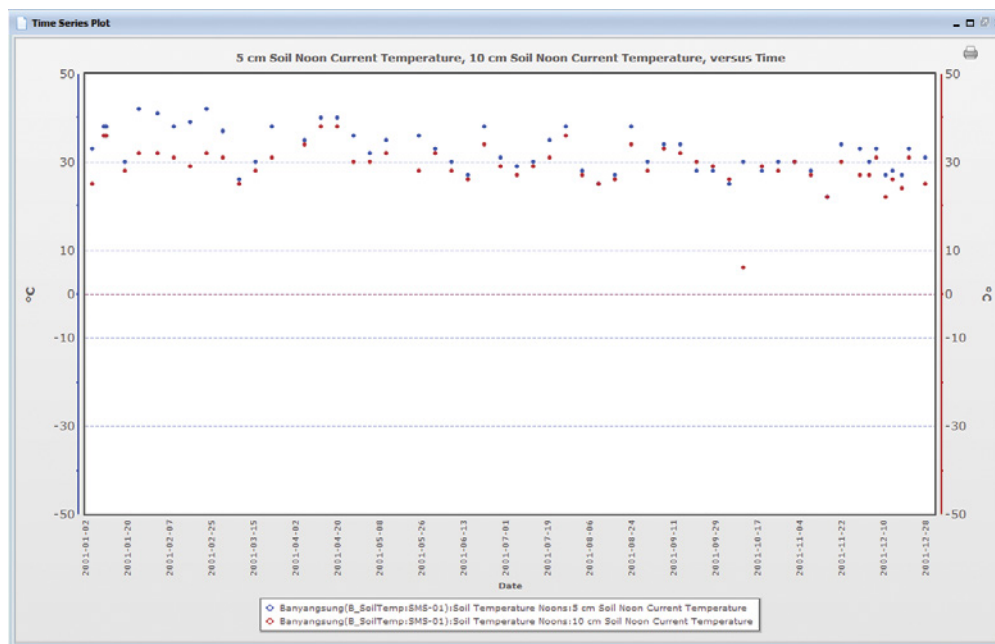
Slika SO-TE-3



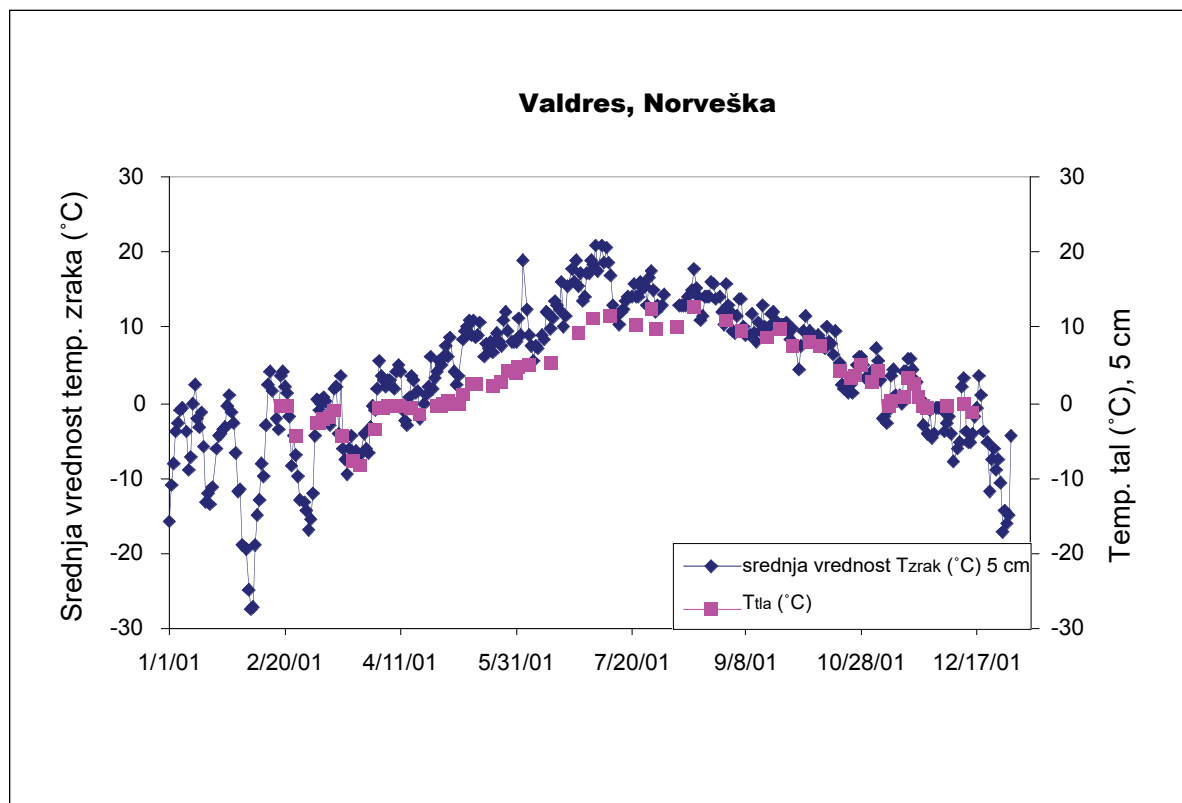
Slika SO-TE-4



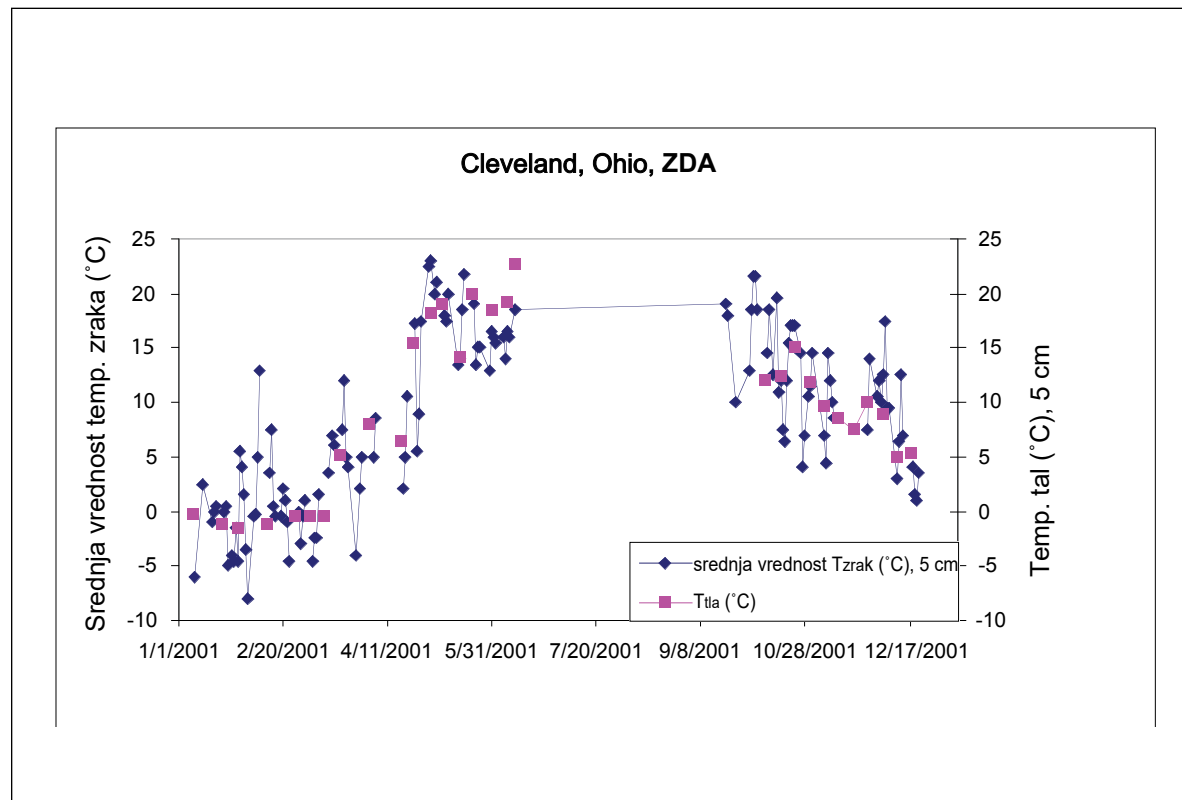
Slika SO-TE-5



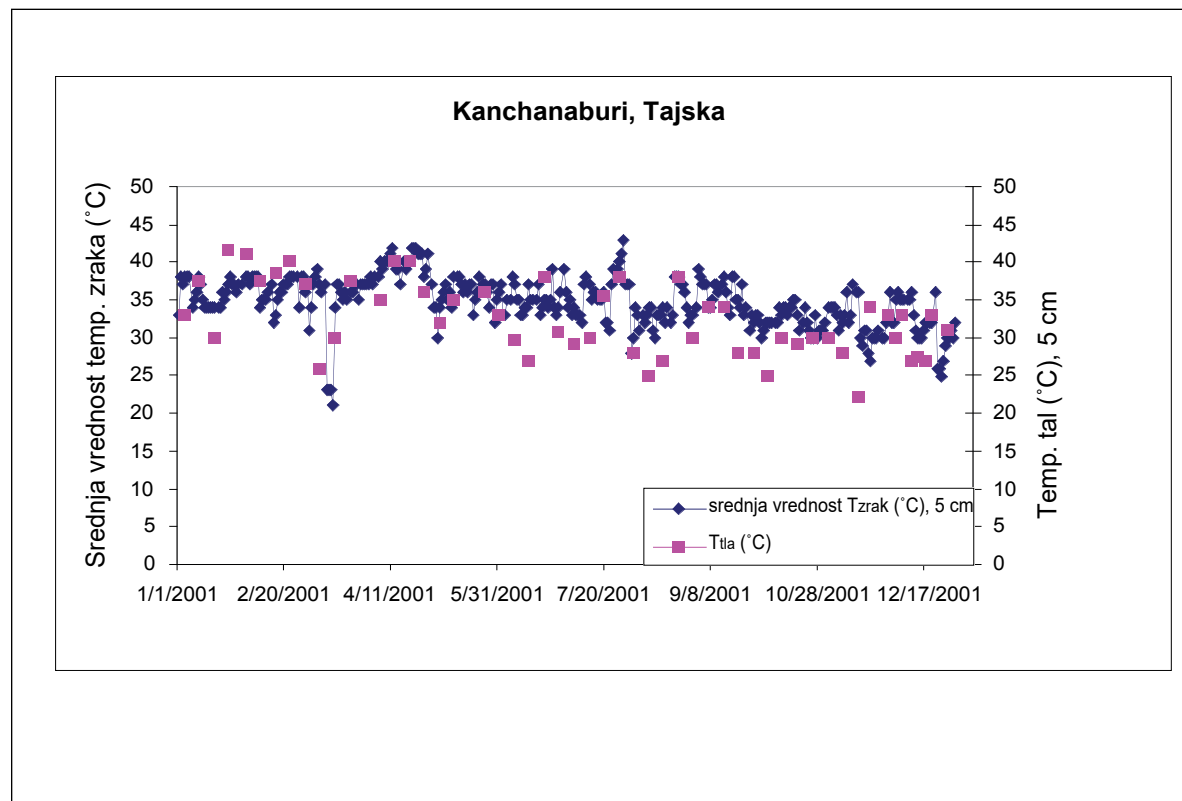
Slika SO-TE-6



Slika SO-TE-7



Slika SO-TE-8





Primer raziskovalnega projekta učencev

Postavitev hipoteze

Ko je skupina učencev pregledovala podatke o temperaturi tal nekaj GLOBE šol, so opazili, da so podatki nekaterih šol o vrednosti temperature tal pri 5 cm višje kot temperature tal pri 10 cm. Pri drugih je bil vzorec obrnjen. Spraševali so se, ali gre za naključje ali je povezano z letnim časom in temperaturo zraka. Preučili so grafe podatkov drugih GLOBE šol in se odločili, da na podlagi svojega znanja postavijo hipotezo. Njihova hipoteza je: *Poletne temperature tal na globini 5 cm bodo višje kot temperature tal na globini 10 cm in nižje kot zimske temperature tal na globini 10 cm.*



Zbiranje podatkov

Ker so učenci locirani v zmernem pasu, so hoteli svojo hipotezo preveriti s podatki šole na podobni geografski širini. Izbrali so Norfolk Elementary School, Norfolk, AR (36,20° N, 92,27° W), šolo v zmernem pasu, katere učenci so podatke o temperaturi tal in zraka zbirali že dve leti (slika SO-TE-9). Na istem grafu so izrisali podatke o temperaturi tal na globini 5 in 10 cm ter primerjali razlike med njimi v dveh letih.



Analiza podatkov

Ko so učenci preučevali ta graf so ugotovili, da so točke na grafu preveč zgoščene, da bi lahko ugotovili, ali je njihova hipoteza pravilna ali ne. Odločili so se za nadaljnjo analizo podatkov. Temperaturo tal na globini 10 cm so odšteli od temperature na globini 5 cm in izračunali temperaturno razliko med globinama. Če je ta razlika negativna, so tla v globini toplejša kot tista, ki so bližje površju. Če je razlika pozitivna, velja obratno. Nato so za ugotavljanje pravilnosti hipoteze na grafu izrisali temperaturne razlike skozi čas.



Zaključki

Iz grafa na sliki SO-TE-10 so učenci lahko razbrali, da se negativne vrednosti, ki predstajajo čas, ko so tla na globini 10 cm toplejša kot na globini 5 cm, pojavljajo predvsem v jesenskih (september, oktober, november) in zimskih (december, januar, februar) mesecih. Vendar je bilo pozimi veliko primerov, ko so bile razlike pozitivne, tj. temperature na globini 5 cm so bile višje kot temperature na globini 10 cm. Zato so učenci prišli do zaključka, da podatki njihovo prvotno hipotezo, da so temperature tal na globini 10 cm pozimi višje, ovržejo, saj to ne drži vedno. Učenci ugotovili, da njihova hipoteza ni vedno pravilna. Graf, ki so ga izrisali, potrjuje njihovo razmišljanje, da so tla na globini 10 cm toplejša kot na globini 5 cm, a le v najhladnejših mesecih. Za boljši vpogled so učenci izrisali graf, ki prikazuje razliko v temperaturi med globino 5 in 10 cm ter srednjo vrednostjo temperature zraka. Glejte sliko SO-TE-11. Upoštevajte, da so vrednosti za temperaturo tal na levi osi, za srednjo vrednostjo temperature zraka pa na desni osi. Iz podatkov v grafu so učenci lahko sklepali, da mora biti na tem merilnem mestu temperatura zraka nizka ($< 5^{\circ}\text{C}$), da bo temperatura tal na globini 10 cm višja kot temperatura tal na globini 5 cm. Ta zaključek se jim je zdel smiseln. Sklepali so, da se ob visoki temperaturi zraka najprej segrejejo tla tik pod površjem, medtem ko hladnejši zrak najprej ohladi tla pod površjem. Tako globlji, bolj izolirani sloji ostajajo bolj topli.

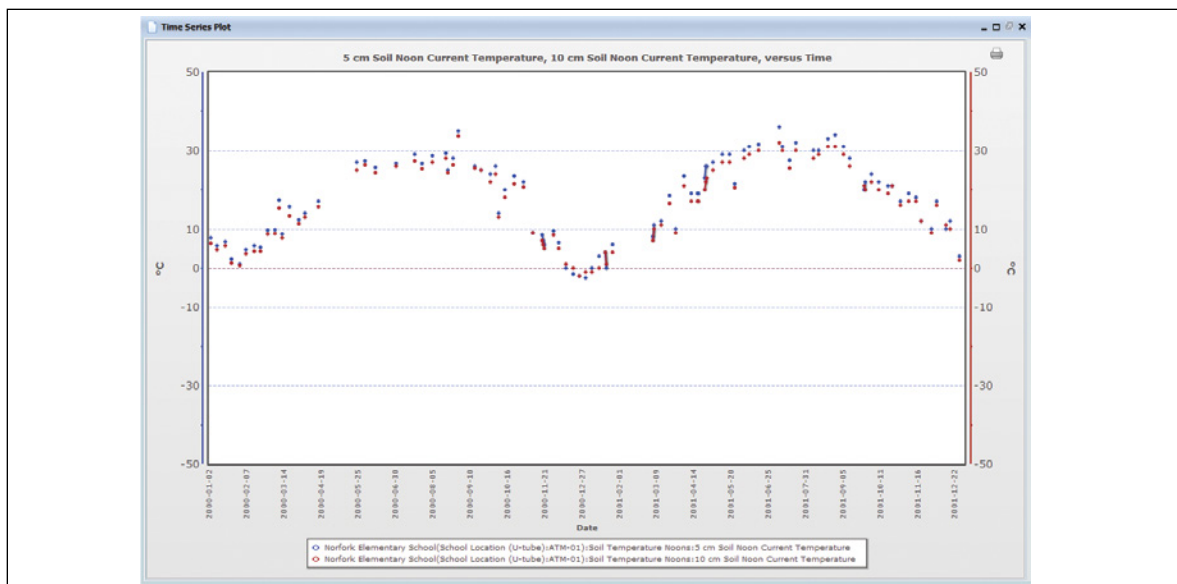
Nadaljnje raziskave

Učenci, ki so sodelovali v projektu, so se spreževali, ali je odnos med temperaturo tal in zraka, ki so ga opazili, enak tudi drugod po svetu. Enako analizo podatkov temperatur tal in zraka so naredili za dve drugi šoli. Izbrali so eno iz veliko hladnejšega podnebja na Norveškem (slika SO-TE-12) in eno iz toplejšega podnebja na Tajskem (slika SO-TE-13).

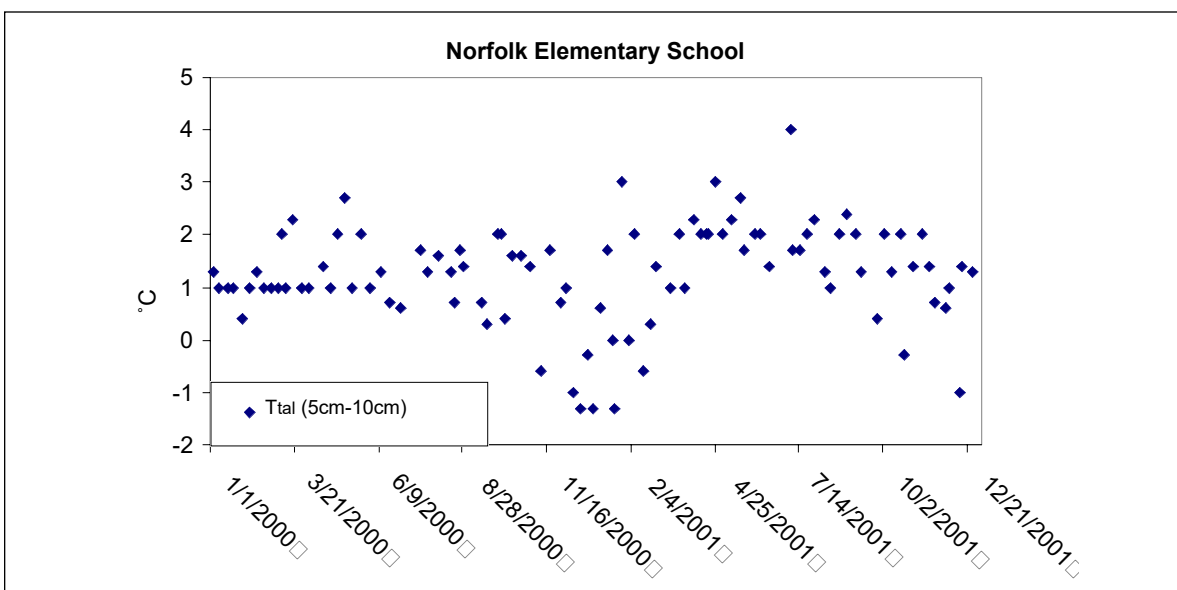
Učenci so iz podatkov v grafih ugotovili, da je razmerje med temperaturo tal in temperaturo zraka, ki so ga opazili v podatkih iz Arkansasa, podobno na Norveškem, a ne na Tajskem. Na podlagi teh podatkov so zaključili, da podnebje in/ali tip tal določene regije vpliva na razmerje. Predvidevali so, da zlasti številne druge tople in vlažne regije morda ne ustrezajo temu vzorcu.

Učenci so bili navdušeni, da so na svoji šoli zbrali dovolj podatkov za preučevanje sprememb v temperaturi tal na globini 5 in 10 cm in temperaturi zraka skozi vse leto.

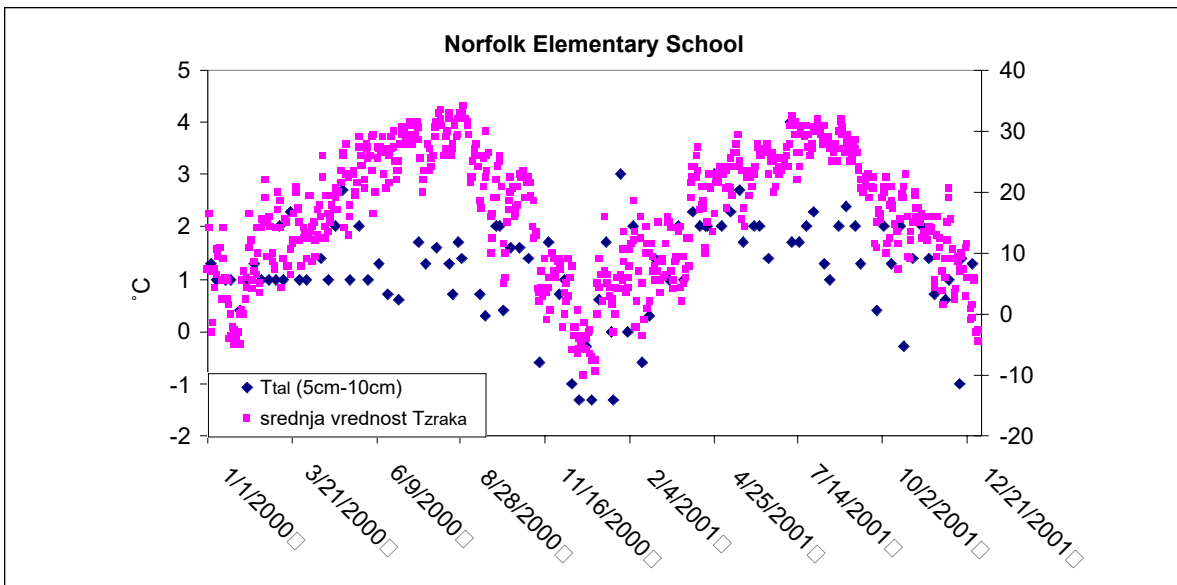
Slika SO-TE-9



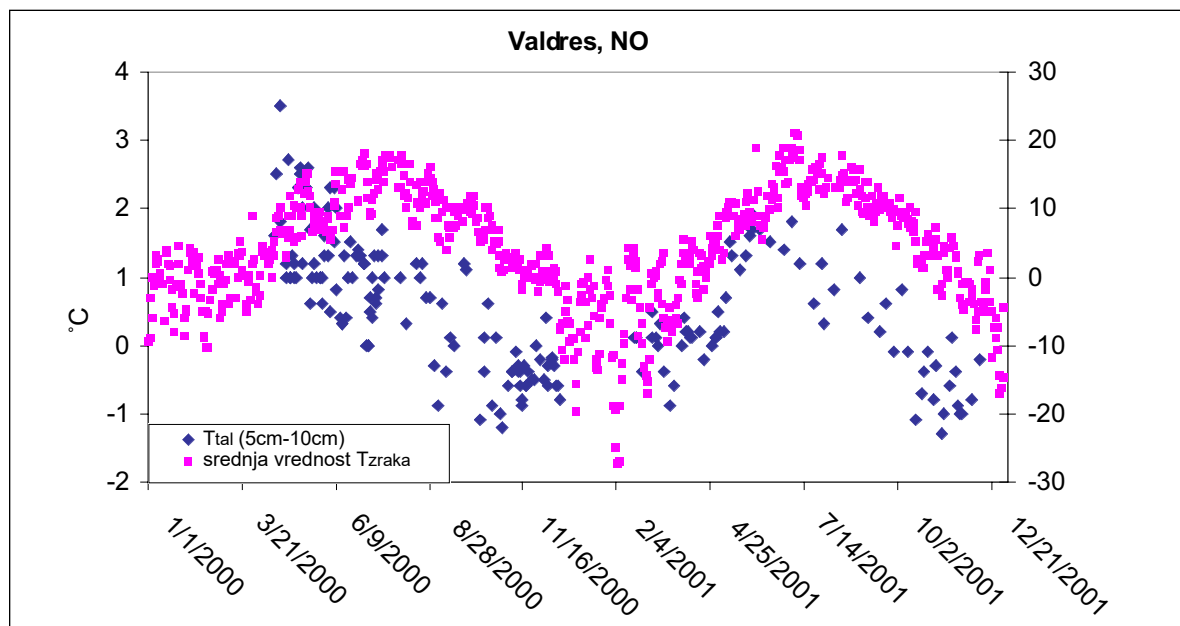
Slika SO-TE-10



Slika SO-TE-11



Slika SO-TE-12



Slika SO-TE-13

