

Trenutna temperatura



Namen

Merjenje trenutne temperature zraka, ko vremenska hišica za zaščito instrumenta ni na voljo.

Pregled

Trenutno temperaturo merimo na prostem s pomočjo termometra, in sicer 3 minute v senci.

Cilji

Znanstveni koncepti

Znanost o ozračju

Vreme lahko opišemo s kvantitativnimi meritvami.

Vreme se spreminja v različnih časovnih in prostorskih merilih.

Vreme se spreminja z letnimi časi.

Fizika

Lastnosti lahko merimo z orodji.

Geografija

Temperaturne razlike vplivajo na fizičnogeografske značilnosti zemeljskega površja.

Veščine znanstvenega raziskovanja

Uporaba termometra za merjenje temperature.

Čas

5 minut

Starost

Ni starostne omejitve.

Pogostost

Po potrebi, v podporo drugim GLOBE meritvam.

Kalibracija vsake tri mesece.

Materiali in oprema

- alkoholni termometer, precizni /kalibracijski termometer ali rotacijski psihrometer
- ura
- elastika ali vrvica (če uporabljamo precizni termometer)
- podatkovni list

Priprava

Za meritev temperature zraka poiščite senčni prostor.

Pogoji

Jih ni.

Podpora učitelju

To metodo uporabljamo le, ko potrebujemo meritev trenutne temperature za podporo drugih GLOBE meritev in vremenska hišica ni na razpolago. Ne pozabite na opis ustreznega mesta svojih meritev. Če izvajate meritve ozračja, bo to Merilno mesto – ozračje, če merite temperaturo tal, pa Merilno mesto – tla.

Kalibracija in kontrola kakovosti

Za izvedbo te meritve potrebujete le nekaj minut. Pomembno je, da meritev izvajate dovolj dolgo, da se odčitek na termometru ustali glede na temperaturo zraka, za kar potrebujete od tri do pet minut. Senčno mesto za merjenje naj se ne nahaja ob stavbah ali drugih večjih objektih, kot so drevesa. Ko izvajate meritev, bodite od tovrstnih objektov

oddaljeni vsaj 4 metre. Meritev izvajajte nad naravno podlago, kot je rastlinje, ne pa nad betonskimi ali tlakovanimi stezami.

Termometer, napolnjen z organsko tekočino, kalibrirajte vsaj vsake tri mesece in pred prvo uporabo. Kalibracijo izvedite po navodilih v protokolu *Maksimalna, minimalna in trenutna temperatura*. Tudi termometre rotacijskega psihrometra kalibrirajte vsaj enkrat na tri mesece in pred prvo uporabo, in sicer po navodilih v protokolu *Relativna vlažnost*.

Protokol – Trenutna temperatura zraka

Terenski vodnik

Naloga

Merjenje trenutne temperature zraka za podporo drugih GLOBE meritev.

Potrebujete:

- vrvica in elastika, precizni termometer ali rotacijski psihrometer
- ura
- svičnik ali pero
- integriran enodnevni podatkovni list

Na terenu

1. En konec vrvice zavežite na precizni termometer, drugega pa na elastiko.
2. Elastiko si pritrdite okoli zapestja, da se termometer ne razbije, če vam zdrsne in rok. Pri rotacijskem psihrometru uporabite suhi termometer.
3. Termometer tri minute držite na višini prsi, v senci in stran od telesa.
4. Po treh minutah odčitano temperaturo zapišite v svoj dnevnik.
5. Termometer v istem položaju zadržite še eno minuto.
6. Po minuti ponovno zabeležite temperaturo. Če se izmerjena temperatura od prejšnje meritve razlikuje za 0,5 °C ali manj, meritev zabeležite na podatkovni list.
7. Če se temperaturi razlikujeta za več kot 0,5 °C, ponovite koraka 5 in 6.
8. Če dve zaporedni meritvi po sedmih minutah nista znotraj 0,5 °C, na podatkovni list zapišite zadnjo meritev in v komentarjih navedite, da vaša meritev po sedmih minutah ni bila stabilna.

Protokol – Maksimalna, minimalna in trenutna temperatura



Namen

Meritev temperature zraka (lahko tudi temperaturo) znotraj ene ure sončnega poldneva ter maksimalne in minimalne temperature zraka za preteklih 24 ur.

Pregled

Učenci na termometru odčitajo trenutno, maksimalno in minimalno temperaturo zraka, nato začnejo novo 24-urno meritev s ponastavitvijo indikatorjev za maksimum in minimum.

Cilji

Učenci se, ob uporabi digitalnega termometra, naučijo odčitati minimalno, maksimalno in trenutno temperaturo, razumeti dnevne in letne temperaturne razlike in prepoznati dejavnike, ki vplivajo na temperaturo ozračja..

Znanstveni koncepti

Znanost o Zemlji in vesolju

- Vreme lahko opišemo s kvantitativnimi meritvami.
- Vreme se spreminja dnevno in z letnimi časi.
- Vreme se spreminja lokalno, regionalno in globalno.

Geografija

Lokalne temperaturne razlike vplivajo na fizičnogeografske značilnosti zemeljskega površja.

Veščine znanstvenega raziskovanja

- Uporaba termometra za merjenje temperature.
- Zastavljanje vprašanj, na katere lahko odgovorite.
- Načrtovanje in izvedba znanstvenih raziskav.
- Uporaba matematičnega znanja za analizo podatkov.

Opisovanje in razlaga na podlagi dokazov.
Prepoznavna in analiza alternativnih razlag.
Poročanje o postopkih in razlagah.

Čas

5 minut

Starost

Ni starostne omejitve.

Pogostost

Dnevno, znotraj ene ure lokalnega sončnega poldneva.

Materiali in orodja

- Vremenska hišica
- Nameščen maksimum-minimum termometer
- Precizni termometer
- Integriran enodnevni podatkovni list

Priprava

Postavite vremensko hišico.
Kalibrirajte in namestite maksimum-minimum termometer.
Preučite, kako odčitati meritve na maksimum-minimum termometru.

Pogoji

Jih ni.



Protokol Maksimalna, minimalna in trenutna temperatura – uvod

Temperatura in vreme

Ali ste opazili, da dnevne vremenske napovedi niso vedno točne? To je deloma zato, ker se znanstveniki še vedno učijo, kako deluje naše ozračje. Meritve temperature zraka, še posebej spremembe temperature zraka ob prehodu neviht, so za znanstvenike pomembne za lažje razumevanje sprememb ozračja iz dneva v dan. Tako bodo znanstveniki natančneje napovedovali vreme za naslednji dan in celo za naslednji teden. Meritve temperature zraka so pomembne tudi za razumevanje padavin. Ali bodo te v obliki dežja, žledu, snega ali ledenega dežja, je odvisno od temperature zraka. Temperatura zraka vpliva tudi na količino vode, ki bo izhlapela, in relativno vlažnost ozračja. Voda, ki s kopnega in vodnih teles izhlapi v ozračje, prispeva k pojavu neviht in močno vpliva na naše vreme.

Temperatura in podnebje

Ali je leto nenevadno toplo? Ali se Zemlja segreva, kot so predvideli nekateri znanstveniki? Ali se povprečna temperatura pri vaši šoli spreminja zaradi lokalnih sprememb v pokritosti tal? Za odgovore na ta in druga vprašanja o podnebjju Zemlje potrebujemo meritve dnevne maksimalne in minimalne temperature zraka in temperature tal, ki jih izvajamo iz meseca v mesec, iz leta v leto. Mesta so na splošno toplejša kot območja okoli njih. Ko mesta rastejo, se temperature lahko dvignejo zaradi širjenja tlakovanih površin in betonskih stavb. Razumevanje lokalnih razlik v segrevanju in ohlajanju pomaga znanstvenikom ugotoviti, ali se povprečna temperatura zraka na površju globalno spreminja. Za preučevanje teh sprememb podnebja Zemlje so potrebni podatki o meritvah v različnih okoljih, od podeželja do mestnih središč. Znanstveniki, ki preučujejo podnebje Zemlje, iščejo vzorce temperaturnih sprememb na različnih geografskih širinah in dolžinah. Preučujejo torej, ali se vsi kraji na Zemlji segrevajo oz. ohlajajo enako hitro. Računalniški modeli predvidevajo, da če se podnebje Zemlje segreva zaradi vpliva toplogrednih plinov na temperaturo zraka, se

bodo območja na polih bolj segrela kot tropska (četudi bodo polarna območja ostala hladnejša od tropskih). Modeli predvidevajo tudi, da se bodo povprečne nočne temperature povišale bolj kot povprečne dnevne temperature in da bo povišanje temperatur bolj očitno pozimi kot poleti. Ocene modelnih napovedi spreminjajočega se podnebja Zemlje zahtevajo ogromno podatkov, zajetih na številnih krajih na Zemlji tekom daljšega časovnega obdobja. Meritve dnevne maksimalne in minimalne temperature ozračja GLOBE šol po svetu nam lahko vsem pomagajo izboljšati razumevanje podnebja.

Temperatura in sestava ozračja

Na številne kemijske reakcije med plini, ki se v ozračju nahajajo v sledovih, vpliva temperatura. V posameznih primerih, kot so nekatere reakcije, vključene v tvorbo ozona, je hitrost reakcije odvisna od temperature. Tudi prisotnost vodne pare, vodnih kapljic in kristalov ledu vpliva na kemijo ozračja. Za razumevanje vremena, podnebja in sestave ozračja potrebujemo meritve temperature zraka na površju. GLOBE meritve temperature zraka na površju so še posebej koristne, kajti tovrstne podatke bi težko pridobili, razen z odčitavanjem natančno nameščenih termometrov.



Podpora učitelju

Maksimum-minimum termometer

Inštrument, ki je na voljo za merjenje dnevne maksimalne in minimalne temperature, je digitalni termometer. Na voljo je tudi digitalni termometer s sondo za zemljo, ki jo lahko zakopljemo v tla in merimo temperaturo tal. Ta protokol opisuje uporabo tega inštrumenta. Obstaja še en tip maksimum-minimum termometra, imenovan digitalni večdnevni maksimum-minimum termometer, ki beleži temperature šestih dni, je opisan v protokolu [Digitalna večdnevna meritev maksimalne/minimalne/trenutne temperature zraka in tal](#).

Digitalni termometer beleži in prikazuje temperature na 0,1 °C natančno. Senzor za odčitavanje temperature zraka se nahaja v ohišju inštrumenta. Termometer je na voljo tudi z opcijo drugega sensorja, ki je nameščen na trimetrskem kablu. Ta senzor lahko zakopljemo v tla in merimo temperaturo tal. Če boste merili temperaturi zraka in tal, je pomembno, da ustrezno označite mesto na zaslonu, ki se navezuje na posamezen senzor. To lahko naredite tako, da na desni strani ohišja termometra prilepite nalepki z oznakama 'ZRAK' in 'TLA'.

Vzdrževanje inštrumenta

Vremenska hišica naj bo čista tako znotraj kot zunaj. Prah, nečistoče in pajčevine iz notranjosti vremenske hišice odstranjujte s čisto, suho krpo. Nečistoče na zunanji strani lahko sperete z nekaj vode. Pri tem pazite, da se notranjost hišice ne zmочи preveč. Če se zunanost vremenske hišice zelo zamaže, jo je potrebno prebarvati na belo.

Umerjanje termometra

Pomembno je, da digitalni termometer umerite s pomočjo preciznega termometra. Umerjanje opravite s primerjavo meritev obeh termometrov. Ob upoštevanju razlike med meritvijo digitalnega termometra in dejansko temperaturo izračunate odstopanje. Ob prvi nastavitvi inštrumenta s pomočjo terenskega vodnika – [Umerjanje sensorja enodnevnega digitalnega maksimum-minimum termometra](#), umerite sensorja za zrak in tla. Nato vsakih šest mesecev preverite, ali talni senzor deluje ustrezno. To naredite s primerjavo meritve sensorja za tla in meritve termometra s talno sondo. Sledite navodilom v terenskem vodniku [Preverjanje napake talnega sensorja maksimum-minimum termometra](#).

Če je razlika med meritvijo digitalnega talnega sensorja in termometra s talno sondo večja od 2 °C, odklopite talni senzor in umerite tako senzor za zrak kot za tla. Če je razlika manj kot 2 °C, lahko senzor za tla pustite zakopan in ponovno umerite le senzor za zrak.

Vprašanja za nadaljnje raziskovanje

Kdaj se temperatura iz dneva v dan najbolj spreminja?
Kakšne so geografske širine in nadmorske višine GLOBE šol, katerih podatki o temperaturi ozračja so podobni vašim?
Kako spremembe temperature vplivajo na rastje vašega območja?
Ali na vaše lokalno okolje bolj vplivajo povprečne temperature ali temperaturni ekstremi?

Pogosta vprašanja

1. Ali lahko še vedno poročamo o današnji temperaturi, če meritve z maksimum-minimum termometrom en ali več dni (čez vikend, praznik, počitnice ...) nismo izvedli?

O trenutni temperaturi lahko in naj bi poročali. Ne smete poročati o maksimalni in minimalni temperaturi, saj so na inštrumentu lahko prikazane maksimalne in minimalne temperature več dni. Ponastavite termometer in o maksimalnih, minimalnih in trenutnih temperaturah poročajte jutri.

2. Kaj naredimo, če meritvi maksimum-minimum termometra in preciznega termometra nista enaki?

To je redko, a obstaja nekaj maksimum-minimum termometrov, ki jih ni mogoče uspešno umeriti. V tem primeru se povežite z distributerjem ali proizvajalcem in mu pojasnite, da termometer ni umerjen ter zahtevajte nov termometer.



Umerjanje termometra

Laboratorijski vodnik


Naloga

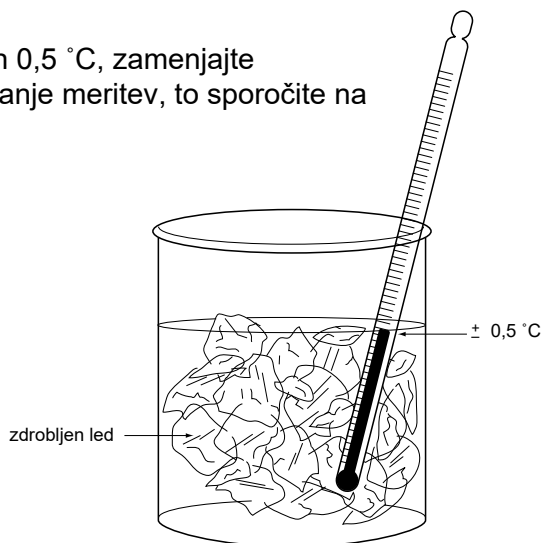
Preverite, ali je precizni termometer umerjen.

Potrebujete:

- precizni termometer
- zdrobljen led
- čisto posodo z volumnom vsaj 250 mL
- vodo (najbolje je uporabiti destilirano, a najpomembneje je, da voda ni slana.)

V laboratoriju

1. V posodi pripravite mešanico zdrobljenega ledu in vode; ledu naj bo več kot vode.
2. Precizni termometer potopite v ledeno kopel. Bučka termometra mora biti v vodi. 
3. Termometer za 10–15 minut postavite v ledeno kopel.
4. Termometer nežno premikajte po ledeni kopeli, da se povsem ohladi.
5. Odčitajte meritev. Če je ta med $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ in $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, je termometer umerjen.
6. Če termometer kaže temperaturo, višjo od $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, preverite, da je v vaši ledeni kopeli res več ledu kot vode.
7. Če termometer kaže temperaturo, nižjo od $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, preverite, da v vaši ledeni kopeli ni soli.
8. Če meritev termometra še vedno ni med $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ in $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, zamenjajte termometer. Če ste termometer uporabljali za izvajanje meritev, to sporočite na GLOBE.



Umerjanje senzorja digitalnega enodnevnega maksimum-minimum termometra

Terenski vodnik

Naloga

Za prilagajanje napake pri natančnosti inštrumenta izračunajte odstopanje senzorjev za zrak in tla.

Potrebujete:

Precizni termometer, katerega ustreznost ste preverili po navodilih v laboratorijskem vodniku [Umerjanje termometra](#)

Opomba: Če boste izvajali le meritve temperature zraka, ali umerjate le zračni senzor, preskočite dele terenskega vodnika, ki se nanašajo na talni senzor.

Na terenu

1. Odprite vratca vremenske hišice in vanjo namestite precizni termometer, digitalni termometer in talni senzor tako, da visijo v zraku in se ne dotikajo stranic vremenske hišice.
2. Zaprite vratca vremenske hišice.
3. Po eni uri odprite vratca vremenske hišice. Prepričajte se, da vaš digitalni termometer prikazuje trenutno temperaturo (Na zaslonu ne smeta biti prikazana simbola 'MAX' in 'MIN'. Če sta prisotna, pritisnite tipko MAX/MIN, dokler ne izgineta.).
4. Odčitajte temperature, ki jih prikazujeta zračni in talni senzor digitalnega termometra, in jih zapišite na list papirja.
5. Zaprite vratca vremenske hišice.
6. Korake od 2 do 5 ponovite še štirikrat, med posamezno meritvijo naj bo vsaj ena ura. Pet meritev poskušajte razporediti čez cel dan.



Postavitev digitalnega maksimum-minimum termometra

Terenski vodnik

Naloga

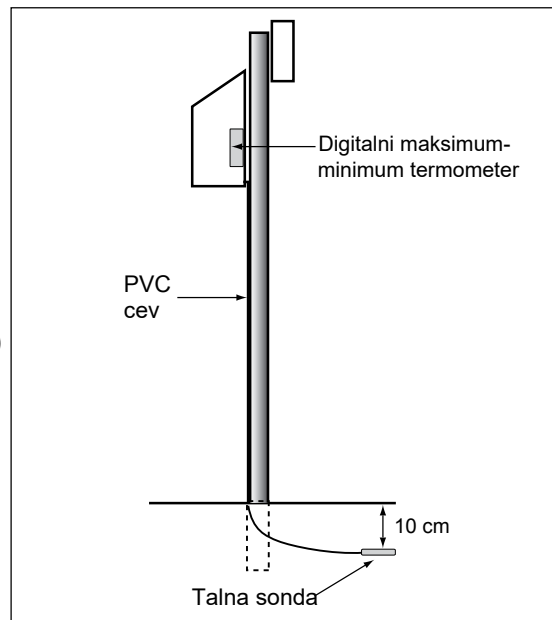
Postavitev digitalnega termometra na merilnem mestu za ozračje.

Potrebuje:

- GLOBE vremensko hišico (specifikacije so podane v *GLOBE Seznam instrumentov* in v zavihku [Orodja](#))
- vrtalnik in 12-mm sveder osredkar (če izvajate meritve tal)
- vrvice ali vezice za žico
- 120 X 2,5 cm PVC-cev (izbirno)
- lopata (če izvajate meritve tal)

Na terenu

1. Ohišje digitalnega termometra namestite na zadnjo steno vremenske hišice. Ohišje namestite tako, da boste z lahkoto odčitali podatke na zaslonu.
2. Če ne boste merili temperature tal, talni senzor (če ga vaš termometer ima) in njegov kabel pospravite v kot vremenske hišice, kjer vam ne bo v napoto, in preskočite naslednji korak. V nasprotnem primeru nadaljujte s korakom 3.
3. Če je potrebno, pri hrbtišču vremenske hišice skozi dno s svedrom osredkarjem izvrtajte 12-mm luknjo. Skoznjo napeljite sondu talnega senzorja, v vremenski hišici pustite višek kabla. Morda boste senzor s kablom želeli napeljati skozi tanko PVC-cev, ki ga bo ščitila.
4. Temperaturno sondo za tla namestite v bližini, na prisojni (sončni) strani stebra vremenske hišice. Zaželjeni so podatki, merjeni v tleh na nezasenčenih lokacijah. V komentarju za opredelitev merilnega mesta navedite, koliko sence je deležna površina tal nad sondo čez leto.
5. Na izbrani lokaciji v tla izkopljite luknjo globine nekaj več kot 10 cm.
6. Na globini 10 cm v stranico luknje vodoravno potisnite sondo. Če potrebujete pilotno luknjo, si pomagajte z žeblijem ali jeklenim klinom, katerega premer je malo manjši od premera sonde.
7. Luknjo zapolnite z zemljo, ki ste jo pred tem odstranili.
8. S pomočjo vrvi ali vezic pritrdite višek kabla talnega senzorja. V vremensko hišico pospravite višek kabla.



Digitalna enodnevna meritev maksimalne in minimalne temperature – protokol

Terenski vodnik

Naloga

Z enodnevnim digitalnim termometrom izmerite trenutno, maksimalno in minimalno temperaturo zraka.

Z enodnevnim digitalnim termometrom izmerite trenutno, maksimalno in minimalno temperaturo tal (izbirno).

Digitalni termometer ponastavite in začnite z naslednjo 24-urno meritvijo.

Potrebujete:

- Ustrezno nameščeno vremensko hišico. Ustrezen [Podatkovni list](#).
- Ustrezno umerjen in nameščen enodnevni maksimum-minimum digitalni termometer. Pero ali svinčnik.
- Točno uro.

Opomba: Prepričajte se, da je meritev digitalnega termometra nastavljena na stopinje Cezija. V kolikor ni, pritisnite na gumb °C/°F in meritev preklopite na stopinje Cezija.

Na terenu

1. Znotraj ene ure od lokalnega sončnega poldneva odprite vremensko hišico. Pazite, da ne dihate na termometer.
2. Na podatkovnem listu zabeležite datum in čas meritve, zabeležite lokalni čas in univerzalni čas (UT). Opomba: Pri vnosu na GLOBE spletni strani zabeležite UT.
3. Prepričajte se, da zaslon termometra prikazuje trenutno temperaturo/-e. (Na zaslonu ne smeta biti prikazana simbola 'MAX' in 'MIN'. Če sta prikazana, pritisnite gumb MAX/MIN, dokler ne izgineta.)
4. Na podatkovni list zabeležite trenutno temperaturo zraka. Če izvajate meritve tal, zabeležite tudi trenutno temperaturo tal.
5. Pritisnite na gumb *MAX/MIN* (enkrat).
6. Na zaslonu se izpišeta maksimalna temperatura in simbol 'MAX'.
7. Maksimalno temperaturo zraka zabeležite na podatkovnem listu. Če izvajate meritve tal, zabeležite tudi maksimalno temperaturo tal.
8. Še drugič pritisnite gumb *MAX/MIN*.
9. Na zaslonu se izpišeta minimalna temperatura in simbol 'MIN'.
10. Minimalno temperaturo zraka zabeležite na podatkovnem listu. Če izvajate meritve tal, zabeležite tudi minimalno temperaturo tal.
11. Za eno sekundo pritisnite in zadržite gumb *MAX/MIN*. Tako ponastavite svoj termometer.
12. Zaprite vremensko hišico.

Preverjanje napake talnega senzorja enodnevnega digitalnega maksimum-minimum termometra

Terenski vodnik

Naloga

S preverjanjem natančnosti talnega senzorja ugotovite, ali ga je potrebno izkopati in ponovno umeriti.

Potrebujete:

- Termometer s talno sondo iz protokola [Temperatura tal](#).

Na terenu

- Po navodilih iz laboratorijskega vodnika [Umerjanje talnega termometra](#) v protokolu *Temperatura tal* umerite termometer s talno sondo.
- Odprite vratca vremenske hišice.
- Izberite mesto, ki je od talne temperaturne sonde oddaljeno približno 15 cm.
- Na tej točki, na globini 10 cm, izmerite temperaturo tal z upoštevanjem protokola *Temperatura tal*.
- To temperaturo zapišite na list papirja.
- Prepričajte se, da vaš digitalni termometer prikazuje trenutno temperaturo/-e. (Na zaslonu ne smeta biti prikazana simbola 'MAX' in 'MIN'. Če sta prikazana, pritisčajte gumb MAX/MIN, dokler ne izgine.)
- Na digitalnem termometru odčitajte temperaturo, ki jo beleži talni senzor, in jo zapišite na list papirja.
- Zaprte vratca vremenske hišice.
- Še štirikrat ponovite korake od 2 do 8. Posamezne meritve opravite na eno uro.
- Izračunajte povprečje meritev termometra s talno sondo.
- Izračunajte povprečje meritev digitalnega talnega senzorja.
- Napako talnega senzorja izračunajte tako, da od povprečja petih meritev digitalnega talnega senzorja (korak 11) odštejete povprečje petih meritev termometra s talno sondo (korak 10).
- Če je absolutna vrednost napake talnega senzorja večja ali enaka 2 °C, senzor izkopljite in ponovno umerite tako zračni kot talni senzor. Upoštevajte navodila v [Umerjanje senzorja enodnevnega digitalnega max/min termometra](#). V nasprotnem primeru talni senzor pustite v tleh in umerite le zračni senzor.

Maksimalna, minimalna in trenutna temperatura – pregled podatkov

Ali so podatki smiselni?

Temperatura zraka v obdobju 24 ur varira. Ponekod so dnevne spremembe v temperaturi večje, ponekod manjše. Graf na sliki AT-MM-2 prikazuje temperaturo zraka čez dan, meritve so bile izvedene na 15 minut. Iz grafa lahko odčitate trenutno temperaturo (T_{trenutna}) ter maksimalno (T_{max}) in minimalno (T_{min}) temperaturo tega dne.

Po definiciji mora biti T_{max} najvišja temperatura in T_{min} najnižja temperatura v tem obdobju.

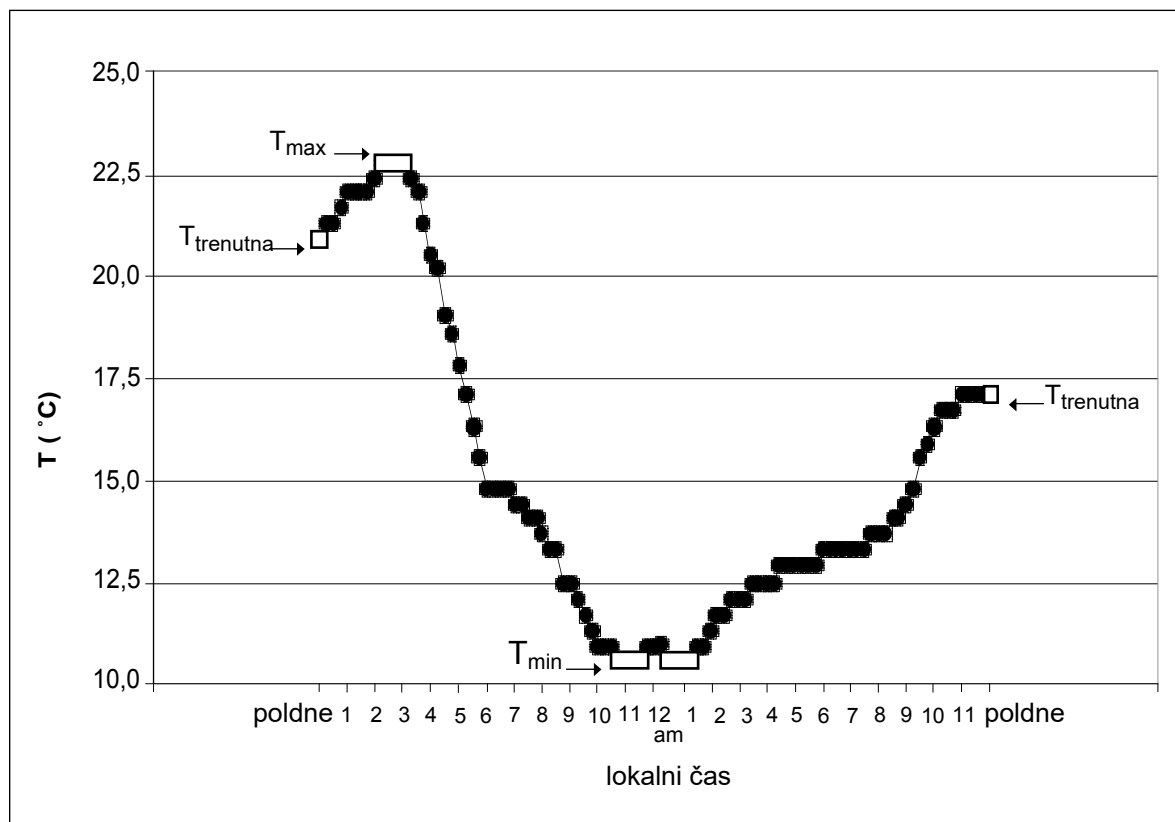
Zato za T_{trenutna} velja,

$$T_{\text{max}} \geq T_{\text{trenutna}} \quad \text{in} \quad T_{\text{min}} \leq T_{\text{trenutna}}$$

tako na začetku, kot na koncu 24-urnega obdobja. V primeru, da zgornje izjave ne držijo, je nekaj narobe z meritvijo T_{max} ali T_{min} za tisti dan.

Če si podatke pogledamo v obliki grafa, kot je prikazan na sliki AT-MM-3, jih že na pogled z lahko preverimo.

Slika AT-MM-2: Spremembe temperature v obdobju 24 ur.





Še ena kontrola sprejemljivosti podatkov posameznega dne je, če jih primerjamo s podatki bližnjih GLOBE šol in podatki o temperaturah iz drugih virov. Slika AT-MM-4 prikazuje podatke enega dne za 12 šol, ki so si dokaj blizu. V tabeli AT-MM-1 so podatki o temperaturi zraka za šole, ki jih prikazuje ta slika. Podatki šol so primerljivi.

Povprečno dnevno temperaturo lahko ocenite, če izračunate povprečje maksimalne in minimalne temperature za tisti dan. Raziskave so pokazale, da je ta ocena na splošno znotraj 0,1 °C dejanske povprečne vrednosti. Če vzamemo podatke šole za 15. april 1998 (Tabela AT-MM-2):



$$T_{\max} = 10,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\min} = 2,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{povprečna}} = \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} = \frac{10,0 \text{ }^{\circ}\text{C} + 2,0 \text{ }^{\circ}\text{C}}{2} = 6,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Kaj znanstveniki razberejo iz podatkov?

V podnebnih študijah znanstvenike zanimajo povprečna temperatura in ekstremne vrednosti različnih obdobjih. Večino dni se temperatura zraka spreminja z diurnim (dnevno) ciklom sončne svetlobe. Ta sprememba je pogosto večja od spremembe temperature iz dneva v dan.

Marsikje se temperature zraka močno spreminjajo, ko se preko regije zaporedoma premikajo hladne in tople fronte. Natančen čas teh vremenskih sistemov se iz leta v leto spreminja, zato primerjava temperatur na isti dan v različnih letih ni dober indikator podnebnih sprememb.

Če bi resnično hoteli primerjati spremembe iz leta v leto, bi morali izračunati povprečje več vremenskih sistemov. Mesec je dovolj dolgo obdobje, da s povprečenjem odstranimo učinke posameznih neviht, a ne tako dolgo, da bi s povprečenjem odstranili sezonske spremembe.

Povprečno mesečno temperaturo lahko izračunate tako, da izračunate povprečje maksimalnih in minimalnih temperatur za vsak dan v mesecu. Pri vrednostih v tabeli AT-MM-2 za Gimnazijo Dr. A. Hrdlicky znaša povprečna mesečna temperatura v aprilu 1998:

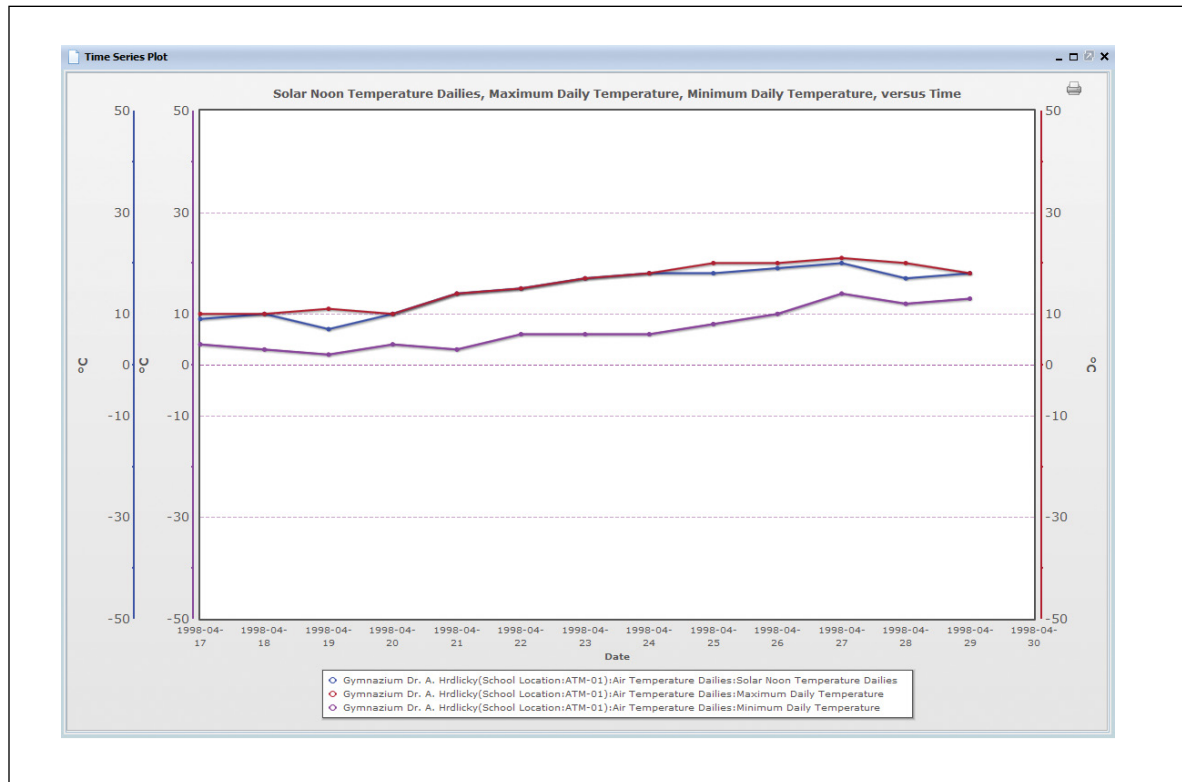
$$T_{\text{povprečna}} (\text{april 1998}) = 10,4 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Tabela AT-MM-1: Podatki šol prikazani na sliki AT-MM-4 al 15. april 1998

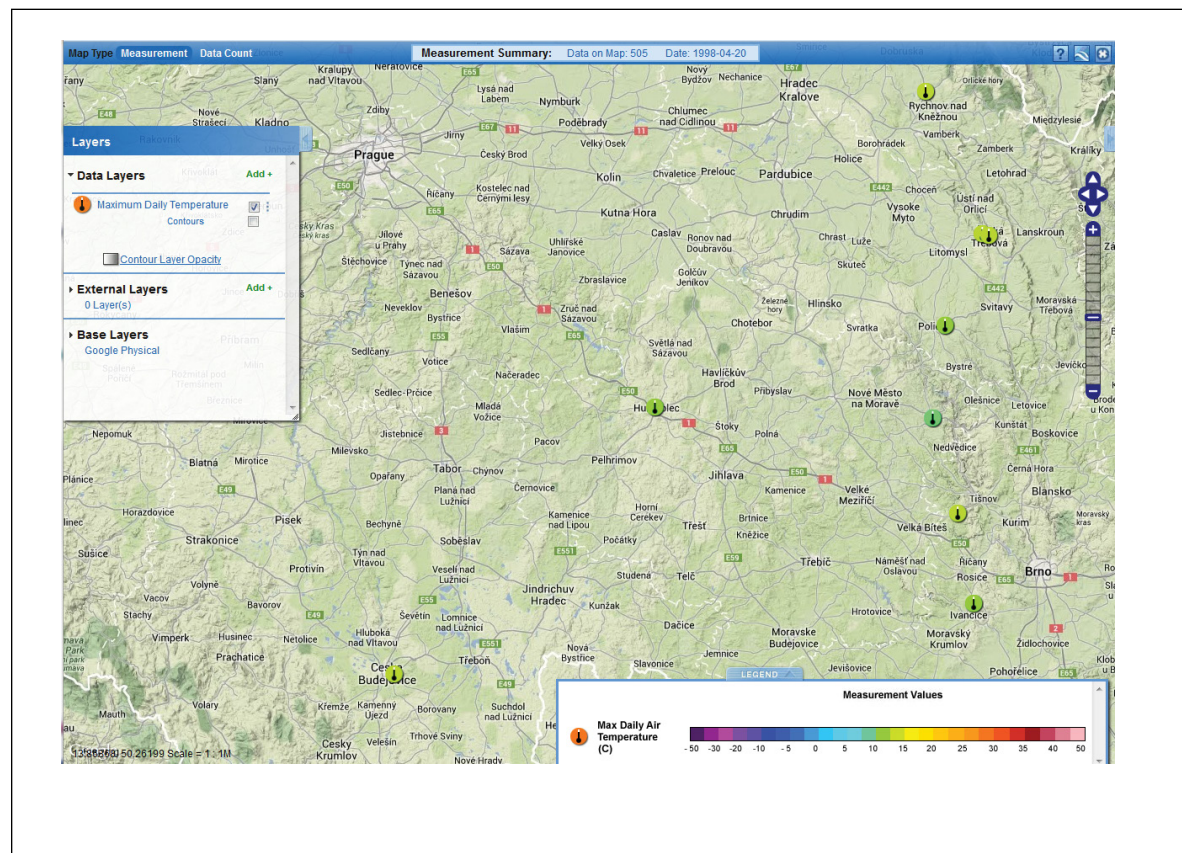
T _{max}	T _{min}	T _{trenutna}	ura	geo. širina	geo. dolžina	nmv	lokacija šole
14.0	0.0	12.0	11	50.0477	14.4393	272	Praha 4, CZ
13.0	-1.0	12.0	12	49.7667	16.9167	273	Mohelnice, CZ
12.0	-1.0	8.0	10	50.1328	14.4035	322	Praha 8, CZ
12.0	3.0	12.0	11	50.0630	14.4340	272	Praha 4, CZ
11.2	0.9	11.0	9	50.4387	15.3523	868	Jicin, CZ
11.0	-4.0	10.0	11	48.9737	14.5027	395	Ceske Budejovice, CZ
11.0	2.0	9.0	10	49.9078	16.4218	460	Ceska Trebova, CZ
10.5	-1.2	10.2	11	49.9042	16.4432	350	Ceska Trebova, CZ
10.0	2.0	9.0	11	49.5420	15.3537	518	Humpolec, CZ
10.0	5.0	8.0	12	49.2080	16.6833	265	BRNO, CZ
10.0	0.0	8.0	11	49.5190	16.2600	570	Bystrice Nad Perstejnem, CZ
9.0	-2.0	9.0	11	49.3167	16.3417	485	Deblin, CZ



Slika AT-MM-3: Mesečni podatki GLOBE šole za temperaturo zraka.



Slika AT-MM-4: Podatki GLOBE šol za maksimalno temperaturo enega dne.





Večina živih bitij je občutljiva na temperaturne ekstreme. To še posebej velja, ko temperature padejo pod ledišče (0,0 °C). Če pogledate graf minimalne temperature na sliki AT-MM-3, lahko opazite, da se temperatura cel mesec ni spustila pod ledišče. Najnižja izmerjena temperatura je bila 1 °C. Najvišja izmerjena temperatura v mesecu je bila 21 °C. Učenci naj razmislijo o primerjavi temperatur, povprečnih temperatur in temperaturnih ekstremov med različnimi šolami ali lokacijami. Primerjajo lahko povprečne mesečne temperature med leti in si pogledajo vzorec spreminjanja povprečnih mesečnih temperatur v enem letu. Zanimivo je poiskati prve in zadnje dni hladne sezone, ko se temperatura spusti pod ledišče. Drugi deli tega priročnika opisujejo koristne povezave med temperaturo zraka in drugimi pojavi. Ko boste primerjali šole, ne pozabite, da se z višino ozračje ohlaja. Velja, da je večina mest toplejših kot okoliško podeželje. To imenujemo učinek urbanega toplotnega otoka. Praga je veliko mesto. Iz podatkov v tabeli AT-MM-1 je razvidno, da šole v Pragi ležijo na nizki nadmorski višini in v mestu. Na ta dan imajo najvišje maksimalne temperature.



Primer znanstvene raziskave s sodelovanjem učencev

Postavitev hipoteze

Učenka šole iz češkega Humpolca pregleda vizualizacijo maksimalne temperature za nekaj dni v aprilu 1998. Opazi, da so vrednosti šole iz Prage vrsto dni v aprilu leta 1998 višje od vrednosti njene šole. Sprašuje se, ali to drži tudi v povprečju. Za začetek svoje raziskave postavi hipotezo: *Povprečne mesečne temperature v Pragi so višje kot v Humpolcu.*

Tabela AT-MM-2: Podatki o temperaturi za april 1998.

Datum (llllmmdd)	Temperatura		
	trenutna	max	min
19980430	15.0	18.0	11.0
19980429	18.0	18.0	13.0
19980428	17.0	20.0	12.0
19980427	20.0	21.0	14.0
19980426	19.0	20.0	10.0
19980425	18.0	20.0	8.0
19980424	18.0	18.0	6.0
19980423	17.0	17.0	6.0
19980422	15.0	15.0	6.0
19980421	14.0	14.0	3.0
19980420	10.0	10.0	4.0
19980419	7.0	11.0	2.0
19980418	10.0	10.0	3.0
19980417	9.0	10.0	4.0
19980416	8.0	9.0	6.0
19980415	9.0	10.0	2.0
19980414	8.0	10.0	1.0
19980413	10.0	11.0	5.0
19980412	11.0	13.0	5.0
19980411	12.0	12.0	6.0
19980410	11.0	13.0	5.0
19980409	13.0	13.0	3.0
19980408	10.0	13.0	6.0
19980407	13.0	13.0	2.0
19980406	11.0	16.0	6.0
19980405	16.0	18.0	6.0
19980404	17.0	17.0	5.0
19980403	14.0	15.0	6.0
19980402	13.0	20.0	10.0
19980401	18.0	18.0	6.0
Skupaj		443.0	182.0

Vir: Gymnasium Dr. A. Hrdlicky

Zbiranje podatkov

Podatke za april 1998 so zbrale GLOBE šole v Pragi, zato se je odločila, da bo kot vzorec za preverjanje hipoteze uporabila ta mesec. Začela je z iskanjem šol v Pragi, ki so poročale podatke za to obdobje. Našla je pet šol. Narisala je graf maksimalne, minimalne in trenutne temperature za posamezno šolo in na njem preverila, ali so podatki dovolj kvalitetni. Odločila se je, da so ustrezni za njen projekt, saj bo združevala podatke vseh petih šol.

Analiza podatkov

Na podlagi podatkov za april 1998 izriše graf maksimalnih temperatur za svojo šolo in šol v Pragi. Nato podatke iz tega grafa zapiše v obliki podatkovne tabele. Podatke si shrani bodisi tako, da natisne tabelo, jo prenese v program za tabele oz. podatke izpiše na roko. Enako naredi za minimalne temperature. Nato izračuna povprečje za vse maksimalne in minimalne temperature, o katerih so v tem mesecu poročale šole v Pragi. Dobi vrednost $12,6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ker je ta višja od povprečne vrednosti temperatur za njeno šolo, ki znaša $10,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, je hipotezo potrdila. Sprašuje se, ali je s povprečenjem vseh temperatur ravnala pravilno, saj so za nekatere dni podatke priskrbele vse šole, za nekatere pa le posamezna. Odloči se, da bo za vsako od šol izračunala povprečno mesečno temperaturo. Njeni rezultati za teh pet šol so: $11,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, $12,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, $12,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $13,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ in $14,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Povprečje izračunanih vrednosti znaša $12,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, kar se dobro ujema s prvotnim povprečjem, ki ga je izračunala za Prago ($12,6\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Nadaljuje z zapisom svoje hipoteze, uporabljenega postopka in svojih zaključkov. Vključi izračune in grafe, ki jih je naredila in uporabila. V zaključku razpravlja o dodatnih poskusih, ki bi jih rada izvedla in s katerimi bi lahko v nadaljevanju preverila svojo hipotezo, vključno s primerjavo aprilskih podatkov drugega leta ali celo primerjavo vseh mesecev v letu 1998.

Nadaljnja analiza podatkov

Če je učenka, ki sodeluje v tem projektu, že spoznala kvadratni koren in osnove statistike, bi lahko šla še korak dlje in preučila statistične napake v svojih izračunih povprečne mesečne temperature. Vse izbrane šole so poročale temperaturo na stopinjo natančno, in ne na $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ natančno. Kako to ve? Opazila je, da so imajo vse podane vrednosti na prvem mestu za decimalno vejico 0. Če bi meritve opravili na $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ natančno, bi nekatere od njih imele na prvem mestu za decimalno vejico 5. Torej je, glede na natančnost GLOBE inštrumentov in meritev učencev, napaka posamezne meritve $\pm 1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Napaka povprečja je odvisna od števila posameznih meritev, ki jih vključuje. Statistična napaka povprečja je tako:

N = število meritev

$$\text{napaka} = \pm 1^{\circ}\text{C} \times \sqrt{N/N}$$

$$\text{napaka} = \pm 1^{\circ}\text{C} \times 1/\sqrt{N}$$

Za šole s podatki za 22 ali manj dni (in zato 2×22 ali manj meritev) znaša napaka približno $\pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, medtem ko je pri šolah z več meritvami napaka $\pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Glede na te statistične napake učenka zaključi, da so razlike v povprečnih mesečnih temperaturah med šolami večje od statistične napake in zato statistično značilne. Ugotovitev velja tudi, če primerja podatke šol iz Prage. To okrepi njeno zaupanje, da podatki podpirajo hipotezo, kajti povprečna mesečna temperatura za april 1998 je v Humpolcu nižja kot pri katerikoli šoli iz Prage, nižja pa je tudi od povprečja vseh podatkov iz Prage.

Napredna analiza podatkov

Izkušenejša učenka ne bi izračunala statistične napake z uporabo vseh meritev iz petih šol skupaj, ker ti podatki niso neodvisni eden od drugega. Za posamezen dan v Pragi je potrebno podatke s petih šol povezati, ker imajo približno enako vreme. Ko učenka to ugotovi, se odloči, da bo svoje zaključke preverila še na dva načina.

Najprej se odloči, da bo izračunala povprečne dnevne temperature v Pragi za vse dni v aprilu. Za vsak dan sešteje maksimalne in minimalne temperature vseh šol, ki so poročale podatke, in vsoto deli s številom sporočenih meritev. Ti rezultati so podani v desnem stolpcu tabele AT-MM-3. Tako pridobi povprečne temperature za 28 dni v aprilu. Na podlagi povprečja teh izračuna povprečno mesečno temperaturo za Prago. Rezultat znaša $11,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ s statistično napako $\pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ta vrednost je znatno nižja od ostalih rezultatov. Izračunano mesečno povprečje je še vedno značilno višje od tistega za Humpolec, kar še vedno potrjuje hipotezo.

Tabela AT-MM-3: Podatki o maksimalni in minimalni temperaturi za pet šol iz Prage za april 1998.

Šola:	Zakladni Skola, n.Inter.		Masarykova srednji skola chemicka		Zakladni Skola		Zakladni Skola Horackova		Gymnazium		Dnevna T _{povpr.} °C
	T _{max} °C	T _{min} °C	T _{max} °C	T _{min} °C	T _{max} °C	T _{min} °C	T _{max} °C	T _{min} °C	T _{max} °C	T _{min} °C	
Datum	T _{max} °C	T _{min} °C	T _{max} °C	T _{min} °C	T _{max} °C	T _{min} °C	T _{max} °C	T _{min} °C	T _{max} °C	T _{min} °C	T _{povpr.} °C
4/1/1998	21	5	22	8	20	12	—	—	—	—	14.7
4/2/1998	17	12	20	11	19	9	—	—	—	—	14.7
4/3/1998	17	9	20	10	18	9	—	—	—	—	13.8
4/4/1998	19	11	—	—	18	7	—	—	—	—	13.8
4/5/1998	14	5	—	—	15	8	—	—	—	—	10.5
4/6/1998	14	4	—	—	18	8	—	—	—	—	11.0
4/7/1998	15	3	18	8	19	8	—	—	26	5	12.8
4/8/1998	14	4	—	—	17	9	—	—	—	—	11.0
4/9/1998	16	-1	—	—	16	8	—	—	—	—	9.8
4/10/1998	14	2	—	—	10	8	—	—	—	—	8.5
4/11/1998	14	2	—	—	14	7	—	—	—	—	9.3
4/12/1998	14	2	—	—	15	1	—	—	—	—	8.0
4/13/1998	—	—	—	—	15	4	—	—	—	—	9.5
4/14/1998	—	—	—	—	15	-8	—	—	—	—	3.5
4/15/1998	—	—	—	—	12	-1	14	0	12	3	6.7
4/16/1998	—	—	15	4	13	5	14	3	14	5	9.1
4/17/1998	—	—	15	5	17	7	13	1	14	2	9.3
4/18/1998	—	—	—	—	—	—	15	4	—	—	9.5
4/19/1998	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
4/20/1998	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
4/21/1998	17	8	21	5	—	—	16	4	16	2	11.1
4/22/1998	16	4	16	6	—	—	16	5	17	3	10.4
4/23/1998	17	4	21	9	—	—	20	5	21	3	12.5
4/24/1998	18	8	23	9	—	—	—	—	25	4	14.5
4/25/1998	20	7	—	—	19	8	—	—	—	—	13.5
4/26/1998	24	10	—	—	24	11	—	—	—	—	17.3
4/27/1998	24	10	—	—	25	12	—	—	26	10	17.8
4/28/1998	24	10	24	12	25	13	23	12	25	13	18.1
4/29/1998	25	9	22	15	20	13	22	12	21	12	17.1
4/30/1998	22	8	22	13	23	10	20	12	23	9	16.2
Skupaj	396	136	259	115	407	168	173	58	240	71	333.7
Število dni	22	22	13	13	23	23	10	10	12	12	28
Povprečna T _{max} in T _{min}	18.0	6.2	19.9	8.8	17.7	7.3	17.3	5.8	20.0	5.9	
Mesečna T _{povpr.} °C	12.1		14.4		12.5		11.6		13.0		11.9
Statistična napaka (°C)	0.2		0.3		0.2		0.3		0.3		0.2

Drugič, opazi, da za dva dneva, 19. in 20. april, ni podatkov praških šol. So bili to neobičajno hladni ali topli dnevi, ki bi lahko vplivali na mesečno povprečje? Načeloma je Humpolec dovolj blizu Pragi, da ima podobna obdobja hladnega in toplega vremena, ko se vremenske fronte premikajo preko Češke. Učenka za ta dneva pregleda podatke svoje šole, da bi ugotovila, ali sta bila tv čem nenavadna glede na povprečno mesečno temperaturo aprila. Povprečna temperatura za izbrana dneva je znašala 7,0 °C in 6,5 °C. Oba dneva sta bila znatno hladnejša od mesečnega povprečja. Mankajoči podatki teh dni bi lahko vplivali na mesečno povprečje, a za koliko? Da bi to ocenila, se učenka odloči, da bo izračunala mesečno povprečje za Humpolec tako, da podatkov za ta dneva ne upošteva. Mesečno povprečje, ki ga dobimo brez upoštevanja izbranih dnevov, znaša 10,7 °C, kar je za 0,3 °C višje kot dejansko izračunano povprečje. To je značilen učinek, ni pa dovolj velik, da bi spremenil sklep o tem, da je povprečna mesečna temperatura aprila 1998 v Pragi višja kot v Humpolcu.

Razlaga in poročanje o rezultatih

Podatki, da so povprečne temperature v Pragi višje kot v Humpolcu, nam ne pojasnijo vzroka. Iskanje odgovora na to vprašanje je bolj zahtevno, a zato bolj zadovoljujoče. Sistematično opažene razlike bi lahko razložila dva pogosta učinka: učinek urbanega toplotnega otoka in razlike v nadmorski višini. Učenka bi lahko predpostavila, da so, v primerjavi s Humpolcem, toplejši pogoji v Pragi rezultat razlike v nadmorski višini. Za preverjanje te hipoteze bi morala zbrati podatke čeških šol, ki se nahajajo na različnih nadmorskih višinah. Npr. Mohelnice in Jicin sta relativno majhni mesti, pri čemer se Mohelnice nahajajo približno tako visoko kot Praga, Jicin pa leži 350 m višje kot Humpolec. Glejte tabelo AT-MM-2. Če so povprečne temperature v Mohelnicah približno takšne kot v Pragi, medtem ko so razlike v povprečnih temperaturah med Mohelnicami, Humpolcem in Jincinom sorazmerne z nadmorsko višino, bi bila hipoteza podprta.

Tudi razlike v geografski širini vplivajo na povprečno temperaturo. Povečanje geografske širine z 2° na 2.5° je enako povečanju nadmorske višine za približno 150 metrov, zato je učinek geografske širine za ta mesta znatno manjši kot učinek nadmorske višine. Iskanje odgovorov na tovrstna vprašanja je lažje, če je več GLOBE šol, ki dosledno sporočajo podatke.