

Informācija skolotājiem: *Atdzesē pilsētu* laboratorijas eksperiments (iesācējiem)

1. Temperatūras mērīšana.

Temperatūras sensors jāievieto kastē, lai efekts tiktu novērots tieši tur. Papildu sensori, piemēram, infrasarkanais termometrs, var tikt izmantots, lai noteiktu enerģijas plūsmas ietekmi uz virsmu. Mēs iesakām izmantot lētus temperatūras sensorus, lai noteiktu temperatūru iekšpusē. Tos var iestatīt un ievietot kastēs, līdz ar to nebūs vajadzība kasti vērt vaļā eksperimenta laikā. Vēl salīdzinoši laba alternatīva temperatūras mērīšanai kastēs ir Arduino vai Raspberry Pie mikrokontrolieri.

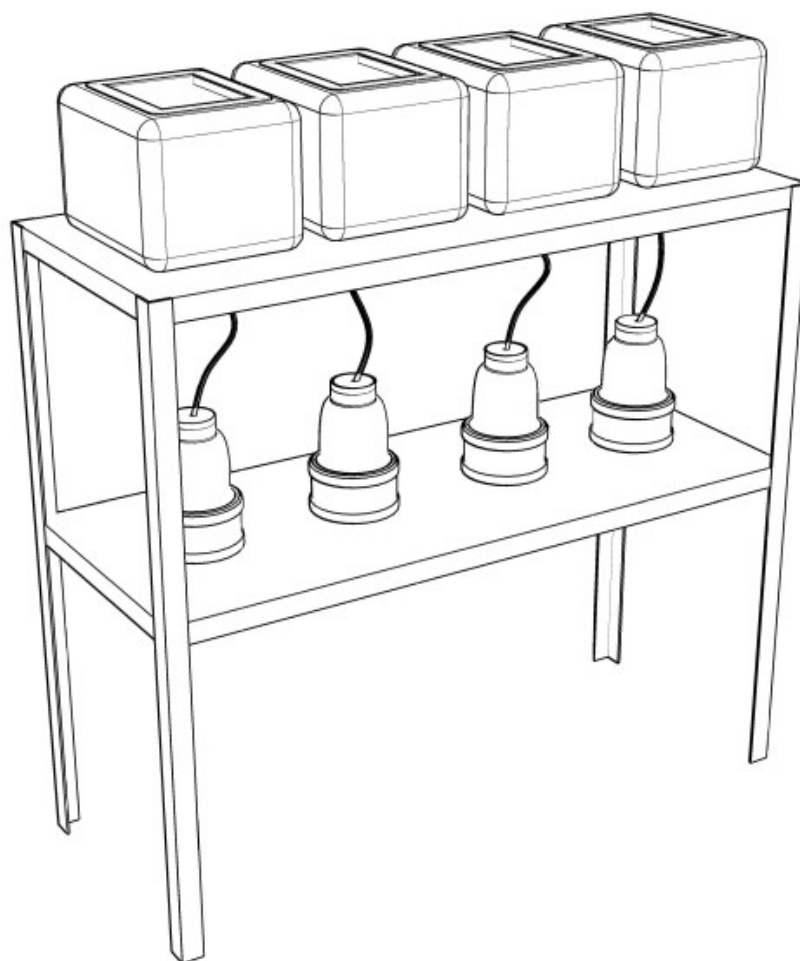
2. Temperatūras datu eksportēšana izklājlapā.

Datu importēšana no digitālā termometra skolēniem var sagādāt grūtības, tāpēc laika taupīšanas nolūkos to var izdarīt skolotājs.

3. Papildus temperatūras diapazona pārbaudei, ieteicams pārbaudīt arī temperatūras līknes kursu. Pēkšņi temperatūras lēcieni var liecināt par neprecizitāti.

Kāpēc virsmu temperatūra atšķiras un ko tas nozīmē pilsētā?

Eksperiments ar *Atdzesē pilsētu* laboratoriju



Autori: Tim G. Reichenau, Karl Kemper, Karl Schneider

1. Ko iespējams izpētīt ar *Atdzesē pilsētu* laboratoriju?

Tu noteikti vasarā esi devies pastaigā caur pilsētu – pa šaurām ieliņām, caur parkiem un iespējams garām strūklakai vai dīķim. Iespējams, Tu šo pastaigu atceries vai arī, ja šobrīd ārā ir karsts laiks, vari to atkārtot!

Tu noteikti pamanīsi, ka karstāk ir uz ielas vai stāvlaukumā. Turpretī gājiens caur parku būs daudz patīkamāks. Taču visvēsāk būs, kad apstāsies pie strūklakas. Šeit pat pavisam karstā vasarā, bieži iespējams sajust patīkami vēsu brīzi. Tas raisa jautājumu “Kāpēc dažas vietas pilsētā ir siltākas vai vēsākas par citām?”.

Viens variants kā šo izskaidrot ir tas, ka to ietekmē dažādi zemes seguma veidi, piemēram, smiltis, akmeņi, zāliens un asfalts. Zinātnē pētāmā jautājuma definēšanu, uz kuru tālāk tiek mēģināts rast atbildi, sauc par hipotēzes izvirzīšanu. Mūsu izvirzītā hipotēze ir “Dažādie zemes segumi pilsētā dažas vietas padara siltākas, citas vēsākas”. Ar *Atdzesē pilsētu* laboratoriju mēs vēlamies noskaidrot, vai mūsu izvirzītā hipotēze ir pareiza, vai nē. Tajā izmantoti dažāda veida virsmu materiāli, lai atveidotu dažādas vietas pilsētā.

Varam izmantot *Atdzesē pilsētu* laboratoriju, lai sīkāk izpētītu, kas rada šīs temperatūras atšķirības. Mēs pētām dažādas virsmas, kādas sastopamas pilsētā – asfaltu, akmeņus, smilti un zālienu. Lai noteiktu atšķirības, mēs saliekam visus dažādos materiālus uz putuplasta kastēm un uzstādām visu konstrukciju ārā, kur tā pakļauta laikapstākļu ietekmei. Atkarībā no gaisa temperatūras, virsmu temperatūra pieaug vai pazeminās. Virsmas sasniedz Saules starojums, ko uz savas ādas sajūtam kā patīkamu siltumu. Ir arī lietus, kas samitrina virsmas un pēc tam iesūcas vai notek no tām. *Atdzesē pilsētu* laboratorijā mēs noteiksim, cik silts ir kastēs zem dažādām virsmām. Mēs arī noteiksim, cik daudz ūdens izsūcas cauri virsmām. Nobeigumā salīdzināsim temperatūras un infiltrētā ūdens daudzumu dažādiem virsmas segumiem, kā arī mēģināsim noskaidrot, kāpēc dažas vietas pilsētā šķiet siltākas nekā citas.

Kā darboties ar *Atdzesē pilsētu* laboratoriju:

1. Veic eksperimentu vadoties pēc nākamajā nodaļā esošā apraksta. Šis process aizņem vismaz nedēļu.
2. Kamēr notiek eksperiments, iepazīstas ar 3. nodaļā pieejamo informāciju - kas notiek ar virsmām. Darbojas tālāk ar uzdevumiem, piemēram, izvirza hipotēzi.
3. Kad eksperiments noslēdzies, sākas iegūto mērījumu analīze. Sīkāk šis process aprakstīts 4.nodaļā. Domā arī par to, kāda nozīmē iegūtajiem rezultātiem saistībā ar hipotēzi – tie to apstiprina vai noliedz.
4. Temperatūras mainās un kļūst arvien siltāks, ir novērojamas ļoti karstas vasaras. Tagad, kad zinām vairāk par to, kāpēc vienā vietā ir siltāks kā citā, iespējams izdarīt secinājumus par to, kāda tam nozīme Tavā skolā, pilsētā vai mājās. Ieteikumus un jautājumus tam atradīsi 5. nodaļā.

2. Eksperiments

Eksperimenta gaita

Lai noskaidrotu, kā dažādi materiāli ietekmē virsmas temperatūru, *Atzēsē pilsētu* laboratorija ir jānovieto ārpus telpām, kur redzama laikapstākļu ietekme. Tai vajadzētu atrasties zem klajas debess, bez jumta un ar pēc iespējas mazāku noēnojumu. Eksperimenta ilgumam būtu jābūt vismaz nedēļai, lai būtu iespējams veikt temperatūras novērojumus vismaz vairākas dienas. Ja iespējams, eksperimentu vēlams veikt ilgāk – līdz pat 4 nedēļām. Vislabāk eksperimentu veikt karstās vasaras dienās, jo tad novērojama vislielākā ietekme, taču to ir iespējams veikt jebkurā gadalaikā.

Pirms eksperimenta sākšanas nepieciešams uzstādīt temperatūras sensorus, lai tiktu veikti regulāri temperatūras mērījumi.

Lai iegūtie rezultāti būtu precīzi un ticami, mērījumu veikšanas periodā neko nevajadzētu mainīt ne kastēs iekšā, ne uz tām. Vākiem jābūt aizvērtiem un konstrukcijai jāatrodas vienā vietā, tāpēc visērtāk eksperimentu ir veikt mājas pagalmā vai citā nožogotā vietā.

Ir svarīgi, lai ar visām četrām kastēm darbības vienmēr tiktu veiktas vienādi, pretējā gadījumā, jebkuras novērotās atšķirības mērījumos varēs saistīt ar to. Tādā gadījumā nebūs iespējams objektīvi noteikt vai atšķirību izraisa kastes virsma vai arī atšķirīgā apiešanās ar kādu no kastēm.

Vienīgā atļautā iejaukšanās eksperimenta laikā ir virsmu laistīšana, ja zāliens sācis izzūt. Tādā gadījumā visu četru kastu virsmām vajadzētu uzliet vienādu daudzumu ūdens (aptuveni 200 ml dienā karstā laikā). Ūdeni vajadzētu uzliet tā, lai visa virsma tiktu vienmērīgi samitrināta. Tas ir būtiski, lai pēc tam varētu pareizi novērtēt noplūdes pudelēs savākto ūdens daudzumu.

Iegūtie dati

Parasti temperatūru mērījumu veikšana un datu saglabāšana notiek automātiski. Ja datus ir iespējams iegūt jau eksperimenta laikā, tad ieteicams to kopiju ik pa laikam saglabāt vairākās vietās, lai netiktu zaudēti visi dati, ja kaut kas neizdodas kā paredzēts. Ja dati tiek saglabāti pašos temperatūras sensoros, kas atrodas kastēs, tad šāda datu kopiju veidošana nebūs iespējama, jo eksperimenta norises laikā kastes nevar vērt vaļā.

Arī ūdens daudzumu infiltrāta savākšanas pudelēs būtu vēlams noteikt regulāri – vislabāk katru dienu. Šos datus vēlams rūpīgi apkopot tabulā, norādot arī datumu un laiku, kad tas darīts.

Veikto eksperimentu iespējams novērtēt īpaši labi, ja papildus datiem no laboratorijas ir apkopoti arī dati par laikapstākļiem. Ja tiek veikti temperatūras mērījumi ārpus kastēm, tad ir zināms vai iekšā kastēs ir siltāks vai vēsāks kā ārā. Ja tiek veikti nokrišņu mērījumi, tad ir zināms ūdens daudzums, kas nolijis uz virsmas un to var salīdzināt ar ūdens daudzumu infiltrāta savākšanas pudelēs. Noderīgi būtu arī zināt, cik lielu Saules starojumu laboratorija saņēmusi vai cik mākoņains ir bijis.



Temperatūras noteikšanai var izmantot arī mazus sensorus, kas datus ievāc un uzglabā automātiski. Ja nolemts tādus izmantot, tad ieteicams būtu izveidot arī starojuma vairogu (skat. materiālu P35).



šķidrums no lejas virzās uz augšu. Ūdens iztvaikošanu no augu lapām sauc par transpirāciju. Šis process ir neatņemama ūdens riņķojuma sastāvdaļa un nodrošina to, ka ūdens no augsnes caur augiem nonāk atmosfērā. Augi šādi spēj izmantot ūdeni no augsnes, ko tie var aizsniegt ar savām saknēm, taču iztvaikošana notiek tikai no augu virsmas.

Citi ūdens ceļi

Kad līst lietus, ūdens nonāk uz virsmas, bet ilgstoši tas tur nepaliek. Laika gaitā tas pazūd, pat tad, ja neiztvaiko. Izmantojot materiālu P19, var padomāt par to, kur ūdens paliek un kas ar to notiek. Izlasiet to beigās.

Kur ūdens paliek lietus laikā, kad tas sasniedz virsmu? Lietus laikā iztvaikošana nenotiek, jo gaiss ir sasniedzis maksimālo mitrumu. Tad lietus vai nu iesūcas virsmā – infiltrējas, vai, ja lietus ir ļoti spēcīgs un virsma ir pārsātināta ar ūdeni, tas notek, veidojot virsmas noteci.

Ūdens infiltrēšanās augsnē atkarīga no tā, cik daudz poru, plaisu tur ir, vai tās ir savstarpēji savienotas un kā tās ūdeni transportē. Būtiski ir arī tas, cik daudz ūdens augsne spēj uzņemt. Ir blīvas augsnes, kam ir ļoti maz poru vai tās nav savstarpēji savienotas, tādās ūdens nevar iesūkties. Tādas ir piemēram augsnes, kas lielās platībās ir pārklātas ar dažādiem segumiem – asfaltu, bruģi u.c. Šādas virsmas ātri izžūst un pēc lietus Saulē ātri uzkarst. Šādas virsmas būs piemēram asfaltēti laukumi. Tās karstā laikā būs daudz nepatīkamākas pastaigai ar basām kājām, nekā zāliens. Zālienā lietus iesūcas un vēlāk laika gaitā iztvaiko, taču uz šādām blīvām, nosegtām virsmām tā nenotiek.

Uzdevumi

Sadalās grupās pa 2 – 3 dalībniekiem katrā. Puse no grupām darbosies pie 1. uzdevuma, bet otra puse pie 2.

1. Izveido zīmējumu, kurā attēlo, kas notiek ar Saules starojumu, kad tas sasniedz virsmu. Padomā arī par to, kas notiek ar virsmu. Zīmējumā pievieno norādes – Saules starojums, virsma utt.
2. Izveido zīmējumu, kurā attēlo visus 3 aprakstītos ūdens ceļus. Pievieno norādes.

Katra grupa atrod otru grupu, kas darbojās pie atšķirīga uzdevumu. Savā starpā viens otram izskaidro savus zīmējumus.

Pēc tam aplūko visas 4 *Atdzēsē pilsētu* eksperimenta kastes un:

3. Izdomā kā ūdens ceļu veidi katrā no kastēm atšķiras. Padomā par to, kas noskaidrots par starojumu un atstarošanas.
4. Izdomā kā starojums un atstarošanās katrā no kastēm atšķiras. Padomā par to, kas noskaidrots par ūdens ceļiem.
5. Izvirza hipotēzes sekojošiem jautājumiem:
 - a) Kurā no kastēm būs augstākā temperatūra?



b) Kurai no kastēm būs lielākais pudelē uzkrātais infiltrētā ūdens daudzums?

Iespējams, ka vieglāk no sākuma ir apsvērt situāciju, kāda būtu, ja būtu tikai viens no ietekmējošiem faktoriem – ūdens vai starojums. Tikai pēc tam tos saliekot kopā.

Neaizmirst piefiksēt visus darba rezultātus!



4. Datu analīze

Mērījumu datu analīze

Pirms tiek uzsākta iegūto mērījumu analīze, nepieciešams sagatavot mērījumu datus. Vienkāršākais veids kā to izdarīt, ir izmantot izklājlapu, piemēram Microsoft Excel, Open Office vai ko līdzīgu. **Vienmēr atceries pierakstīt visu, ko dari ar datiem.**

Izmantojot elektronisko termometru, mērījumu dati bieži vien jau tiek nodrošināti digitālā un datoram draudzīgā formā.

1. Vispirms iegūtos temperatūras datus eksportē uz izklājlapu. Jāpārliecinās, ka mērījumiem klāt korekti norādīts atbilstošais datums un laiks.
2. Sakārto datus tā, lai vienā kolonnā būtu datums un laiks, bet 4 pārējās iegūtie mērījumi no visām 4 kastēm. Katrai kastei atbilstošos mērījumus iekrāso kastes krāsā.
3. Iegūtos datus kā līknes attēlo diagrammā. Uz X ass attēlo laika skalu, bet uz Y ass temperatūras visās kastēs. Visu 4 kastu temperatūras līknes attēlo vienā diagrammā, lai iegūtos rezultātus būtu vieglāk salīdzināt.

Tagad nepieciešams sagatavot datus par ūdeni visās 4 pudelēs. Arī šiem mērījumiem būtu jābūt veiktiem un piefiksētiem vairākas reizes, kā arī vajadzētu būt norādītam laikam, kad tas veikts.

4. Šos datus ievada jaunā izklājlapā. Lūdz kādam kolēģim pārbaudīt, vai datu ievadē nav kļūdas, jo pārrakstot datus izklājlapā no tabulas, viegli pieļaut pārrakstīšanos.
5. Arī šos datus attēlo diagrammā tāpat kā iepriekšējos.

Iespējams, ka izdevās iegūt arī papildu datus – gaisa temperatūru, nokrišņu daudzumu vai Saules radiācijas daudzumu. Ja šādi dati nav, tad nākamās punktus izlaiž.

6. Iegūtos datus eksportē jaunā izklājlapā.
7. Arī šos datus attēlo diagrammās.
8. Pievieno gaisa temperatūras mērījumu rezultātus diagrammai 3. punktā. Šajā solī viegli iespējams salīdzināt temperatūras kastēs ar gaisa temperatūru.
9. Pievieno datus par nokrišņu daudzumu diagrammai 5. punktā. Tas ļauj viegli salīdzināt infiltrētā ūdens un nokrišņu daudzumu.

Kļūdas var rasties ne tikai nolasot ūdens daudzumu pudelēs, bet arī elektronisko instrumentu veiktajos mērījumos. Tāpēc nākamais solis ir mērījumu datu pārbaude, lai pārliecinātos, ka ir iekļauti tikai korekti dati.

10. Vispirms pārbauda datus par temperatūru – vai tie ir ticami un nepārsniedz paredzēto mērījumu diapazonu. Padomā, kādas temperatūras ir ticamas un apspriež to ar citiem. Nederīgos datus izdzēš no tabulas un piefiksē, kādi dati un kāpēc tiek dzēsti.

11. Ar datiem par infiltrāta daudzumu ir svarīgi pārbaudīt līknes virzienu, jo jāatceras, ka ūdens daudzumus pudelē var tikai palielināties vai saglabāties nemainīgs, bet nevar samazināties. Ja iegūtie dati parāda ko citu, tad nepieciešams vēlreiz pārbaudīt vai kļūda nav radusies datu ievadē. Ja kļūdu tur neizdodas atrast, tad šādu mērījumu nepieciešams izdzēst.

Iegūto datu apstrāde ir pabeigta un tagad var turpināt ar to analīzi.

Mērījumu analīze

Vai vēl atceries eksperimenta sākumu? Tajā bija runa par to, ka pilsētā dažādās vietās mēdz būt atšķirīgas temperatūras. Izvirzītā hipotēze bija, ka dažādu virsmu dēļ dažādās vietās ir atšķirīgas temperatūras. Tāpēc Atdzesē pilsētu laboratorija sastāv no 4 kastēm ar dažādu virsmas segumu. Nākamais solis ir no iegūtajiem mērījumiem noskaidrot par virsmām un temperatūrām.

Vienmēr jāatceras piefiksēt visu, ko noskaidro.

Vispirms sāk ar datiem par temperatūru. Apskata līknes diagrammās un cenšas atbildēt uz sekojošiem jautājumiem:

- Kāds ir līkņu kurss laika gaitā? Vai ir kas tāds, ka atkārtojas visās kastēs? Ja tā ir, tad kā šo regularitāti iespējams izskaidrot?
- Kā līknes katrā no kastēm salīdzināmas savā starpā? Kur ir siltāks, kur aukstāks? Vai ir novērojamas kādas sakarības - vai siltāks vienmēr ir vienā un tajā pašā kastē, vai tas laika gaitā mainās?
- Kad novērojama lielākā un kad mazākā atšķirība starp kastēm?
- Ja pieejami dati, tad kā līkne, kas attēlo temperatūras kastēs, izskatās salīdzinājumā ar līkni, kas attēlo gaisa temperatūru?

Turpina ar datiem par ūdeni pudelēs.

- Kāds ir līkņu kurss laika gaitā? Vai ir kas tāds, ka atkārtojas visās kastēs? Ja tā ir, tad kā šo regularitāti iespējams izskaidrot?
- Kā līknes katrā no kastēm salīdzināmas savā starpā? Kurā ir vairāk ūdens un kurā mazāk? Vai ir novērojamas kādas sakarības - vai vairāk ūdens vienmēr ir vienā un tajā pašā kastē vai tas laika gaitā mainās?
- Kad novērojama lielākā un kad mazākā atšķirība starp kastēm?
- Ja pieejami dati, tad kā līkne, kas attēlo ūdens daudzumu pudelēs, izskatās salīdzinājumā ar līkni, kas attēlo nokrišņu daudzumu?

Nākamais solis ir salikt kopā to, kas noskaidrots par temperatūras datiem un ūdens daudzumu pudelēs ar to, ko esat apguvuši par šiem notiekošajiem procesiem.

- Vēlreiz izlasa 3. nodaļu par notiekošajiem procesiem.

- Vai iespējams novērot sakarību starp temperatūrām un ūdens daudzumu pudelēs?
- Vai iespējams izskaidrot, kāpēc vienā kastē ir siltāks kā citās?
- Vai iespējams izskaidrot kāpēc pudelē zem vienas kastes uzkrājies vairāk ūdens kā citās?

Nobeigumā jāatceras, ka mērījumi jāizmanto, lai pārbaudītu izvirzītās hipotēzes.

- Vispirms atsauc atmiņā hipotēzi, kas tika izvirzīta 3. nodaļā.
- Vai iegūtie mērījumi apstiprina hipotēzi par augstākajām temperatūrām?
- Vai iegūtie mērījumi apstiprina hipotēzi par lielāko infiltrētā ūdens daudzumu pudelēs?
- Kā ar galveno hipotēzi – vai dažādi virsmas segumi pilsētā ietekmē to, ka dažās vietās ir siltāks kā citās? Vai iespējams apstiprināt hipotēzi?

5. Rezultātu izmantošana

Pēdējos gados temperatūras ir kļuvušas par ļoti būtisku tēmu. Klimata pārmaiņu dēļ uz temperatūras uz Zemes turpina pieaugt. Tas ietekmē temperatūru arī ēkās un gan jau esiet šo novērojuši arī savā skolā, ka arī ēkās vasarā pieaug gaisa temperatūra.

Turklāt pilsētās ir siltāks kā ārpus tām. Norādes par to, kāpēc tas tā ir, var atrast visā šajā eksperimentā apgūtajā. Tieši tāpēc klimata pārmaiņām ir īpaši liela ietekme tieši pilsētās. Kļūstot karstākam pilsētu iedzīvotājiem var nākties saskarties ar dažādām veselības problēmām. Tāpēc arī jautājums par to, ko darīt, lai mazinātu ēku un pašu pilsētu sakaršanu kļūst arvien aktuālāks. Padomā par eksperimenta rezultātiem, ko var izmantot, lai mazinātu pilsētu sakaršanu vasarā?

Šeit jautājumi, kas varētu palīdzēt radīt idejas.

Kāda nozīme varētu būt zaļajām zonām un gaisa koridoriem?

Kāda nozīme varētu būt jumtiem – to krāsai un materiālam?

Kā iespējams izmainīt pilsētas albedo?

Kāda loma varētu būt ūdenim?

Dažādi risinājumi un idejas karstuma problēmu risināšanai rada jaunus jautājumus. Reizēm ir grūti rast atbildes uz visiem jautājumiem vienam pašam, tāpēc varētu būt noderīgi apsprieties ar ekspertiem, kas ir zinoši šajās jomās. Uzrunājiet iespējamus ekspertus un padalieties ar savām idejām un iespējamajiem risinājumiem. Iespējams, ka viņi varēs palīdzēt rast atbildes uz jautājumiem vai ieteiks kādi uzlabojumi varētu būt nepieciešami.

Ja ideja ir laba un esat konsultējušies par šo jautājumu ar padomdevējiem, variet turpināt to attīstīt. Atkal rodas jautājumi:

Vai ir iespējams vienkārši realizēt šo ideju?

Vai ir nepieciešamas kādas atļaujas?

Cik izmaksātu idejas realizācija un kurš par to maksātu?

Ir vērts konsultēties ar ekspertiem, kas varētu būt zinoši šajā jautājumā. Tas var būt vietējās pašvaldības pārstāvis, politiķis vai kāds, kas darbojas pilsētas attīstības jomā. Arī arhitekti un pilsētplānotāji ir zinoši šajos jautājumos.

Pieraksta visu, kas ir noskaidrots par temperatūrām pilsētā un idejas, kā temperatūru vasarā saglabāt zemāku. Var izveidot vienu vai vairākus plakātus, kas ataino iegūtos rezultātus. Nobeigumā vēlams prezentēt savus rezultātus skolā, to iespējams paveikt arī attālināti. Vēlams aicināt pasākumā piedalīties arī vecākus un citus sabiedrības locekļus. Iespējams, ka par šo interese būs vietējās pašvaldības pārstāvjiem.