

Lärarinformation: Experimentera med Cool City Lab (för nybörjare)

1. Temperaturmätning

Temperaturgivare måste placeras inuti lådan för att undersöka effekten inuti. Ytterligare sensorer, t.ex. en IR-termometer, kan vara till hjälp för att undersöka effekten av energiflöden på ytan. Vi rekommenderar att man använder billiga iButtons för att mäta temperaturen inuti. Dessa kan programmeras och man behöver inte öppna lådan under experimentet. Alternativt är Arduino- eller Raspberry Pie-mikrokontroller ett bra alternativ för att mäta insidan av lådan.

2. Importera temperaturdata till ett kalkylblad

Att importera data till ett kalkylprogram från en textfil som genereras av den digitala termometern kan vara en utmaning för vissa elever. Filens format och data skiljer sig ofta från de standarder som kalkylprogrammet förväntar sig. Det kan spara tid om läraren gör detta.

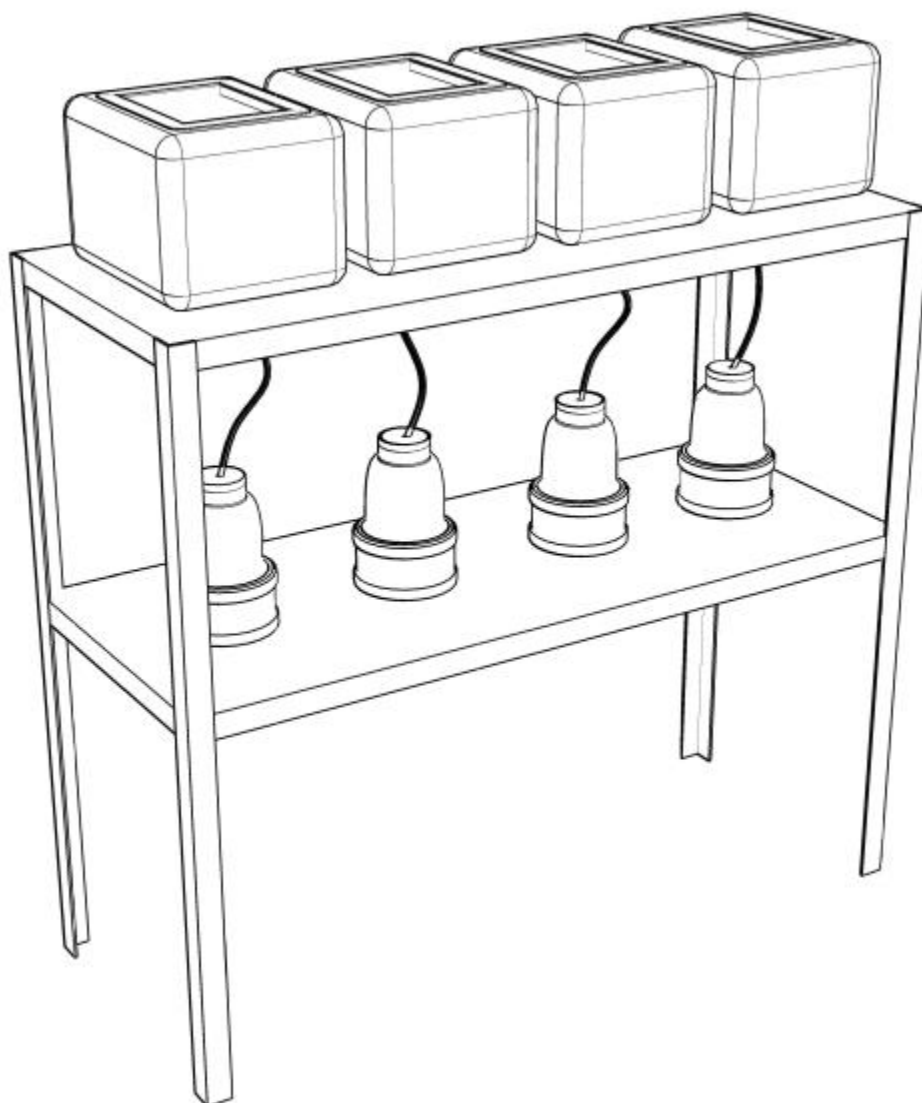
3. Kontroll av temperaturdata

Förutom att kontrollera det rimliga temperaturintervallet bör kurvans förlopp också kontrolleras. Plötsliga temperaturförändringar eller toppar i kurvan tyder på felaktiga mätningar.



Varför har ytor olika temperaturer
och vad betyder det för staden?

Experiment med Cool City Lab



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

Geografiska institutet, University of Cologne, Tyskland, 2020



1. Vad kan utforskas med hjälp av Cool City Lab

Du har säkert promenerat genom staden på sommaren, genom smala gator, genom parker och kanske förbi en fontän eller damm.

Kanske kan du komma ihåg det eller om det är varmt ute just nu kan du göra det igen!

Du kommer att se att det är varmast på gatan eller på en parkeringsplats. När du går genom en park känns det mycket behagligare. Det svalaste är dock när du stannar vid en fontän. Här kan du ofta känna en riktigt sval bris på sommaren. Detta ger upphov till forskningsfrågan: "Varför känns det varmare eller kallare på vissa platser i staden än på andra?".

En förklaring till detta är att det kan bero på olika marktytor som sand, stenar, gräsmatta eller tjära. Inom vetenskapen kallar vi idén för att besvara en forskningsfråga för en hypotes. Därför är vår hypotes "De olika ytorna i staden gör att det känns varmare eller kallare på vissa ställen än på andra". Med Cool City Lab vill vi ta reda på om vår hypotes kan stämma. I labbet utsätts olika ytor för vädret för att efterlikna de olika platserna.

Vi kan använda Cool City Lab för att undersöka vad som orsakar temperaturskillnaderna. Vi studerar olika ytor som vi hittar i staden: Tjära, stenar, sand och gräs (gräsmatta). För att ta reda på skillnader lägger vi dessa ytor på polystyrenlådor och placerar experimentet utomhus där det utsätts för väder och vind. Beroende på lufttemperaturen och strålningen blir ytorna antingen varmare eller svalare. Solen, vars strålning kan kännas på huden som värme, lyser på ytorna. Dessutom finns regnet, som gör ytorna blöta och sedan sipprar in eller rinner av på ytan. I Cool City Lab mäter vi hur varmt det är inne i lådorna med de olika ytorna. Vi mäter också hur mycket vatten som sipprar genom ytorna. Till slut jämför vi temperaturen och mängden sipprande vatten från de olika ytorna och försöker ta reda på varför det känns olika varmt på olika platser i staden.

Hur man kan arbeta med Cool City Lab:

1. Om det inte har gjorts ännu, bygg Cool City Lab (bygginstruktionerna finns i material P30 i PULCHRA samlingen av utbildningsmaterial). Om du har ett redan färdigt Cool City Lab, titta noga på hur det är byggt och hur det fungerar¹. Om det inte har gjorts ännu, bygg Cool City Lab (bygginstruktionerna finns i material P30 i PULCHRA samlingen av utbildningsmaterial). Om du redan har ett färdigt Cool City Lab, titta noga på hur det är byggt och hur det fungerar.
2. Utför försöket enligt beskrivningen i kapitel **Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε..** Detta tar minst en vecka.
3. Medan experimentet pågår, läs informationen om vad som händer på ytorna i kapitel 3 och arbeta med uppgifterna. Detta inkluderar att göra egna hypoteser.



4. När experimentet är avslutat börjar analysen av mätningarna. Hur detta kan göras förklaras i kapitel **Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε..** I detta ingår att fundera över vad resultaten betyder för hypotesen.
5. På grund av klimatförändringarna förändras temperaturerna och det blir allt varmare, på sommaren är det allt oftare riktigt varmt. Nu när du vet mer om varför det är varmare på en plats än på en annan kan du avsluta med att fundera på vad resultaten av experimentet kan betyda för din skola, stad eller ditt hem. För att göra det hittar du förslag och frågor i kapitel **Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε..**

2. Genomförande av experimentet

Procedur

För att ta reda på hur olika ytor påverkar temperaturen måste Cool City Lab ställas upp utomhus, där man kan se effekterna av verkligt väder. Det bör ställas upp utomhus, utan tak och med så lite skugga som möjligt, för att man ska kunna registrera de verkliga miljöeffekterna. Försöket bör stå utomhus i minst en vecka för att få tillräckligt med data för analysen. Om möjligt bör försöket pågå längre, upp till fyra veckor. Det är bäst att göra experimentet under varma sommandagar, eftersom effekterna är starkast då. Du kan dock göra experimentet under alla årstider.

Innan experimentet påbörjas måste temperaturgivarna ställas in för regelbundna mätningar. Vissa typer av givare måste programmeras. Andra kräver programmering av en kontrollenhet som är ansluten till sensorer. Det beror på vilken typ av sensorer som används.

Under mätperioden får ingenting ändras i och på lådorna, så att mätningarna inte förvrängs. Locken ska vara stängda och Cool City Lab ska vara på samma plats. Därför är det klokt att utföra experimentet på en bakgård eller ett inhägnat område.

Det är viktigt att de fyra boxarna alltid behandlas på exakt samma sätt. Annars kan eventuella skillnader i mätningarna bero på att du har hanterat lådorna olika. I så fall vet vi inte om en skillnad beror på lådans yta eller på att vi gjorde något annorlunda med en låda än med en annan.

Det enda tillåtna ingreppet är att vattna ytorna om gräset tenderar att torka ut. I detta fall bör dock samma mängd vatten (t.ex. ca 200 ml per dag vid varmt väder) hållas på alla rutor. Vattnet ska hållas på ett sådant sätt att hela ytan blir jämnt fuktad och att vattnet kan sippra eller avdunsta. Detta är viktigt för att kunna bedöma mängden vatten i flaskorna för uppsamling av sippvatten korrekt efteråt.

Mätdata

Vanligtvis utförs temperaturmätningarna automatiskt och data sparas. Om det finns ett sätt att få tillgång till de uppmätta uppgifterna medan experimentet pågår, bör en kopia sparas på en annan plats då och då. Om något går fel senare har du



fortfarande de sparade uppgifterna kvar. Om data sparas på temperaturgivare inuti lådorna är detta tyvärr inte möjligt, eftersom lådorna inte får öppnas under försöket.

Vattenmängden i flaskorna för uppsamling av läckagevatten bör också avläsas regelbundet, helst varje dag. Du bör noggrant föra in dessa uppgifter i en tabell. Glöm inte att även notera datum och tid. Om skalan på flaskan är oprecis är ett annat sätt att väga flaskorna. Vikten av den tomma flaskan måste också vara känd. Det är bäst att skriva detta på flaskan med en vattenfast penna.

Experimentet kan utvärderas särskilt bra om man utöver de data som mäts i Cool City Lab även har mätdata om vädret. Om du mäter lufttemperaturen utanför lådorna vet du om det är varmare eller kallare inuti lådorna än utanför. Om man mäter regnmängden vet man hur mycket vatten som har fallit på ytorna och detta kan jämföras med mängden vatten i flaskorna för uppsamling av sippervatten. Det kan också vara av intresse hur mycket solstrålning som har nått experimentet eller hur molnigt det var.

För att mäta lufttemperaturen utanför lådorna med en liten temperatursensor som de som används i Cool City Lab behöver du en strålningsskärm, som du kan bygga själv enligt material P35 i PULCHRA samlingen av utbildningsmaterial.

3. Vad händer på ytorna?

För att kunna utvärdera och förstå dina mätdata måste du förstå vad som händer på ytorna. Inom vetenskapen kallar vi det som händer för processer.

Reflektion

Reflektion sker när en del av den strålning som når en yta strålar tillbaka. Detta kan jämföras med en spegel. Måttet på hur stor del av strålningen som reflekteras av en yta kallas albedo. Om du lyser med din ficklampa mot en ljus vägg i mörkret kommer ljuset tillbaka, det reflekteras och hela rummet belyses. Det betyder att väggen har en hög albedo. Om du däremot lyser mot en svart vägg reflekteras ljuset mycket mindre. Det verkar som om väggen sväljer ljuset. Det betyder att väggen har en låg albedo.

Ljus är den synliga delen av den kortvågiga strålning från solen som når ytan från solen. Men vart tar energin/ljuset vägen om den inte reflekteras?

Den omvandlas till värme. Det är därför det blir varmt i en svart bil på sommaren, medan det är mycket svalare i en vit bil.



Avdunstning

Om du låter ett glas vatten stå kvar kommer vattnet att bli mindre och mindre med tiden. Det avdunstar. Vilken kraft får vattnet att avdunsta?

När det är varmt avdunstar vatten snabbare än när det är kallt, vilket alla som någonsin har legat i solen med blöta badkläder vet. Det brukar kännas ganska kallt! Så vad gör du i stället när du kommer upp ur vattnet efter att ha simmat? Du handdukar dig först! För om man står utanför vattnet med en våt kropp blir det plötsligt ganska kallt, trots solen.

Solens strålning i sig är inte varm när den når jorden. Först och främst tillför den energi till jorden. Denna energi kan användas för olika processer, t.ex. för att värma upp ytan, avdunsta vatten eller helt enkelt reflektera den tillbaka till atmosfären. När vatten avdunstar övergår det från flytande till gasformigt tillstånd. Denna förändring av tillståndet kräver energi. Energi kan aldrig förstöras den kan bara byta form. Den energi som tas upp för att avdunsta vatten är alltså gömd i vattnets gasformiga tillstånd. Denna energi kallas latent energi eller latent värme. Den frigörs igen när vattnet kondenserar.

Processen att ta upp solenergi och omvandla den till en annan form kallas absorption. När solen träffar en torr yta blir denna yta varm. Under en solig dag kan du känna detta på din hud. Detta energiflöde kallas därför känsligt värmefflöde. Strålningen omvandlas till värmeenergi på huden.

Men om huden är våt, träffar solstrålarna först vattnet på huden och energi används för att förångna vattnet. Förångningsprocessen tar även värme från huden och du blir kall. Så både känslig värme och latent värmefflöde sker vanligtvis samtidigt.

Vi vet nu att avdunstning kyler eftersom processen omvandlar energi till latent värme som vi inte känner som känslig värme.

En process där vatten avdunstar förekommer också i växter. Avdunstningen kyler ytan och förhindrar därför att växten överhettas i solen. När vattnet avdunstar från ytan drar växten vatten genom sina rötter från jorden. Detta kan jämföras med ett halmstrå där avdunstningen suger i den övre änden och vattnet tas upp i den nedre änden. Eftersom växten kan styra avdunstningen genom att öppna och stänga små öppningar i bladen (stomata) har avdunstningen från bladen ett annat namn. Den kallas transpiration. Transpiration skapar ett flöde av vatten från jorden genom växten till atmosfären. Detta flöde, som ofta kallas flöde, transporterar också näringsämnen från jorden till växten. Växter kan ta upp vatten från ett stort djup, så djupt som deras rötter når. Avdunstning kan endast ta upp vatten från ytan.

Andra sätt för vatten

Efter regnet stannar vattnet inte bara kvar på en yta. Det försvinner med tiden även om det inte avdunstar. Med hjälp av material P19 i PULCHRA samlingen av utbildningsmaterial kan du fundera på vart vattnet tar vägen och vad som händer med det. Om du vill göra detta är det bara att läsa vidare efteråt.

Vart tar vattnet som når en yta när det regnar vägen? Under regnet kan det inte avdunsta eftersom luften redan innehåller allt vatten som den kan innehålla. Man



säger att den är mättad med vatten. Antingen sipprar regnet genom ytan, vilket kallas infiltration, eller om det regnar mycket hårt eller om marken är helt fylld med vatten, rinner det ut på ytan, vilket kallas yt-avrinning.

Om vatten kan infiltrera beror därför på hur många porer (eller hål) det finns i jorden och hur dessa porer transporterar vattnet nedåt. Det beror också på hur mycket vatten som redan finns i porerna och hur mycket mer vatten som ryms i jorden. Vissa ytor har knappt några porer eller så är porerna inte sammankopplade så att vatten inte kan rinna igenom. Här kan vattnet inte infiltrera. Vi kallar dessa för förseglade jordar eller förseglade ytor.

En förseglad yta torkar snabbt ut efter ett regn och blir varm när solen skiner, eftersom det inte längre finns någon kylande effekt av avdunstande vatten. Att gå barfota en solig dag är därför mycket trevligare på en gräsmatta än på en tjärad yta. Gräsmattan låter vatten infiltrera som senare kan avdunsta, vilket tjärad yta inte gör.

Uppgifter

Samlas i grupper om två eller tre personer. Hälften av grupperna arbetar med uppgift 1 och den andra hälften med uppgift 2.

1. Gör en ritning som visar vad som händer med solstrålningen när den når en yta. Tänk också på vad som händer med ytan. Glöm inte att märka ritningen.
2. Skapa en ritning som visar alla tre förklarade vattenvägar och glöm inte att märka ritningen.

Hitta nu en partnergrupp som arbetade med den andra uppgiften. Förklara ömsesidigt din teckning för den andra gruppen.

Titta sedan på de fyra lådorna i Cool City Lab och ...

3. ... Samla dina tankar med din partnergrupp om hur vattnets väg skiljer sig åt mellan lådorna. Vilken del av vattnet går åt vilket håll? Tänk på vad du lärt dig om strålning och reflektion.
4. ... Samla dina tankar med din partnergrupp om hur strålning och reflektion skiljer sig åt mellan lådorna. Fundera över vad du fick reda på om vattnets sätt att fungera.
5. ... ställa upp hypoteser för följande frågor:
 - a) Vilken låda kommer ha högst temperatur?
 - b) Vilken låda kommer samla mest vatten i uppsamlingsflaskan för läckagevatten?

Det kan vara bra att först fundera på hur situationen skulle se ut om det bara fanns strålning eller bara vatten. Försök sedan att kombinera de två.

Se till att skriva ner resultaten av ditt arbete.



4. Analys av mätningarna

Förberedelse av mätdata

Innan den egentliga analysen kan börja måste mätdata förberedas. Det är ofta bra att ha en grafisk representation av data i ett diagram, en visualisering. Det enklaste sättet att göra båda är att använda ett kalkylprogram på en dator, t.ex. Open Office Calc, Microsoft Excel osv. **Kom ihåg att alltid skriva ner vad du har gjort med uppgifterna.**

När man använder en digital termometer för att mäta temperaturen i lådorna finns uppgifterna ofta redan i datorläsbar form, dvs. i en digital fil.

1. Först importerar du temperaturdata till ett kalkylprogram. Kontrollera att siffrorna och tidsstämpeln (datum och tid) visas korrekt i kalkylbladet.
2. Ordna uppgifterna så att en kolumn visar tidsstämpeln för mätningarna och de fyra kolumnerna bredvid visar de uppmätta temperaturerna i de fyra lådorna. Du kan färglägga kolumnerna i lådornas färger.
3. Visa data som kurvor i ett diagram. På x-axeln i diagrammet (horisontell axel, längst ner) står tiden och på y-axeln (vertikal axel, vänster sida) står den uppmätta temperaturen. Det är bäst att visa temperaturerna för alla fyra lådorna i ett enda diagram för att göra det lätt att jämföra dem.

Nu måste uppgifterna om läckagevattnet utarbetas. Förmodligen har dessa uppgifter lästs av från flaskorna för insamling av läckagevatten eller så har flaskorna vägts vid flera tidpunkter och skrivits in i en tabell.

4. Överför uppgifterna till ett tomt ark i kalkylbladet. Låt en annan person kontrollera de överförda uppgifterna genom att jämföra dem med den skrivna tabellen. När du skriver från en paperstabelle kan det lätt uppstå misstag. Var särskilt uppmärksam på omvända siffror, dvs. siffror som är blandade i sin ordning.
5. Visa data om läckagevatten som ett diagram på samma sätt som du gjorde med temperaturdata.

Kanske var det möjligt att mäta ytterligare väderdata som lufttemperatur, nederbörd eller strålning. Om inte kan du hoppa över nästa punkt.

6. Importera väderdata till kalkylbladet, i bästa fall på ett nytt blad.
7. Visa väderdata i form av diagram som förklaras ovan.
8. Lägg till den uppmätta lufttemperaturen i diagrammet från punkt 3. På så sätt kan du enkelt se hur temperaturen i lådorna jämfördes med lufttemperaturen.
9. Lägg till den uppmätta nederbörden i diagrammet från punkt 5. På så sätt kan du se hur mängden sippervatten utvecklas jämfört med nederbörden. Troligen har mätningarna av sipper-vattnet och nederbörden olika enheter. Du har förmodligen mätt vattnet i flaskan som en volym i milliliter. Nederbörden brukar anges i millimeter. Detta avser den höjd som vattnet skulle stå på om det varken infiltrerade eller avdunstade. För att omvandla detta till en volym måste värdet



multiplikeras med grundytan. Var noga med att beräkna arean i kvadratmillimeter. Tänk först på ursprungsområdet där sipper-vattnet har sitt ursprung.

Uppgifter kan alltid vara felaktiga. Fel uppstår inte bara vid avläsning av mängden läckagevatten. Även elektroniska mätningar kan vara felaktiga. Nästa steg är därför att kontrollera uppgifterna och se till att endast bra uppgifter tas med i analysen.

10. Först kontrollerar du temperaturdata om de är rimliga eller om de överskrider det förväntade intervallet. Tänk på vilket temperaturintervall som rimligen kan förekomma och diskutera det med andra. Stryk felaktiga uppgifter från tabellen och anteckna vilka uppgifter du har strukit och varför.

11. När det gäller läckagevatten är det bäst att kontrollera kurvans förlopp. Eftersom vatten bara kan gå in i flaskan men inte lämna den, kan vattenmängden bara öka eller förbli densamma. Om detta inte är fallet någonstans i kurvan måste mätningen kontrolleras igen. Om värdet i kalkylbladet är detsamma som i den skrivna tabellen måste det strykas.

Förberedelsen av uppgifterna är nu klar och du kan fortsätta med analysen.

Analys av mätningarna

Minns du fortfarande början? Det handlade om olika temperaturer i olika delar av staden. Hypotesen var att olika platser har olika temperaturer på grund av olika ytor. Därför består Cool City Lab av fyra lådor med olika ytor. Nästa steg är nu att lära sig något om temperaturer och ytor från mätningarna. **Kom ihåg att alltid skriva ner vad du har kommit fram till.**

Vi börjar med temperaturdata. Titta på kurvorna i diagrammet och försök att svara på följande frågor:

- Hur utvecklas kurvorna över tiden? Finns det något som upprepas för alla lådor? Om ja, hur kan detta regelbundna förlopp förklaras?
- Hur förhåller sig kurvorna för de enskilda lådorna till varandra? Var är det varmare, var är det kallare? Är det alltid samma lådor som är varmare eller kallare, eller förändras det med tiden?
- Vid vilken tidpunkt är skillnaderna mellan lådorna störst, vid vilken tidpunkt är de minst?
- I förekommande fall, hur förhåller sig temperaturutvecklingen i lådorna till utvecklingen av lufttemperaturen?

Samma frågor uppstår när det gäller läckagevattnet:

- Hur utvecklas kurvorna över tiden? Finns det något som upprepas för alla lådor? Om ja, hur kan detta regelbundna förlopp förklaras?
- Hur förhåller sig kurvorna för de enskilda lådorna till varandra? Var finns det mer och var mindre läckagevatten? Är det alltid likadant eller förändras det med tiden?



- Vid vilken tidpunkt är skillnaderna mellan lådorna störst, vid vilken tidpunkt är de minst?
- I förekommande fall, hur förhåller sig läckagevattnets lopp till nederbördsvattnets lopp?

Nästa steg är att kombinera vad du har lärt dig om temperatur- och läckvattenmätningarna och vad du har lärt dig om processerna.

- Läs på nytt i kapitel 3 vad du har lärt dig om processerna?
- Kan du se ett samband mellan temperaturerna och läckagevattnet?
- Kan du förklara varför det är varmare i en låda än i en annan?
- Kan du förklara varför det finns mer läckagevatten i en låda än i en annan?

Kom slutligen ihåg att detta handlar om att testa hypoteser med hjälp av mätningar.

- Minns först de hypoteser som du skrev ner när du arbetade med kapitel 3.
- Bekräftar mätningarna din hypotes om de högsta temperaturerna?
- Bekräftar mätningarna din hypotes om den största mängden läckagevatten?
- Vad sägs om den allmänna hypotesen att "de olika ytorna i staden gör att det känns varmare eller kallare på vissa platser än på andra"? Kan du bekräfta denna hypotes utifrån dina uppgifter och insikter? Kan du förklara varför det är så?

5. Användning av resultaten

Temperaturen har blivit en viktig fråga under de senaste åren. I samband med klimatförändringarna stiger temperaturen på jorden. Detta påverkar naturligtvis också temperaturen i byggnader. Möjligen har det också blivit varmt i din skolbyggnad på sommaren oftare.

Dessutom är det ändå varmare i städerna än på landsbygden. Du kan hitta ledtrådar till varför det är så i det du har lärt dig. Klimatförändringarna har alltså en stark effekt i städerna. Detta kan vara ett problem för människor som bor där, eftersom hälsoproblem kan uppstå om det är för varmt.

Frågan är därför vad man kan göra för att förhindra att byggnader eller hela städer värms upp så mycket. Tänk på resultaten av experimentet med Cool City Lab. Vad skulle kunna användas för att minska uppvärmningen av staden på sommaren?

Här är några frågor som kan ge dig några idéer:

Vilken roll kan gröna områden och korridorer för frisk luft spela?

Vad kan takets roll, deras färg och material vara?

Hur kan stadens albedo ändras?

Vilken roll kan vattnet spela?



Många överväganden om dessa frågor och om idéerna för att lösa värmeproblemet väcker nya frågor. Det är ofta svårt att själv besvara dessa frågor. Tänk på vem som kan ha kunskap om det. Kontakta andra som kan vara bra rådgivare. Kontakta dessa personer för att presentera dina idéer och få svar på dina frågor.

Om du har en bra idé och har lärt dig mycket om ämnet genom konsulternas svar kan du fortsätta att fundera på hur du kan förverkliga din idé. Återigen uppstår många frågor:

Är det möjligt att helt enkelt göra det som jag föreslår med min idé?

Behöver jag kanske tillstånd för att göra det?

Vad skulle det kosta att genomföra min idé och vem skulle betala för det?

Återigen är det bra att fråga dem som är experter på frågorna. Det kan vara den lokala förvaltningen, en politiker eller någon från en organisation som arbetar med städernas framtida utveckling. Arkitekter och stadsplanerare är också bekanta med dessa frågor.

Skriv ner allt du har tagit reda på om temperaturen i staden och idéer om hur man kan hålla den nere på sommaren. Du kan också skapa en eller flera affischer om dina resultat. I slutändan vill vi presentera resultaten i skolan. Vi kommer att bjuda in föräldrar och gäster utanför skolan till presentationen. Kanske till och med borgmästaren kommer att vara där.

