



Climate Change and Wet Bulb Temperature



Co-funded by
the European Union

STEAM4Climate

edukacja klimatyczna metodą projektu

Projekt: Zmiany klimatu i temperatura mokrego termometru

Arkusze dla uczniów

Twórca: Thomas Joerg (Kepler-Gymnasium Pforzheim)

Współautorzy i recenzenci: Rene Alimisi, Chrisanthi Papasarantou (Edumotiva),
Dariusz Aksamit (Politechnika Warszawska)

Wersja: v.2.0, 2025.10.16

Status: wersja finalna



Climate Change and Wet Bulb Temperature



Co-funded by
the European Union

Konsorcjum Projektu UE

Projekt STEAM4Climate otrzymał dofinansowanie z programu Erasmus+ Unii Europejskiej na podstawie umowy grantowej nr 2023-1-PL01-KA220-SCH-000158670. Autorzy wymienieni w tym podręczniku są częścią konsorcjum STEAM4Climate. Projekt angażuje 6 partnerów i jest koordynowany przez POLITECHNIKĘ WARSZAWSKĄ. Więcej informacji o projekcie można znaleźć na [stronie internetowej projektu](#).

Zastrzeżenie













Wsparcie Komisji Europejskiej dla wydania tej publikacji nie stanowi poparcia dla treści, która odzwierciedla wyłącznie poglądy autorów, a Komisja nie ponosi odpowiedzialności za jakiegokolwiek wykorzystanie zawartych w niej informacji.

Licencja Creative Commons:

Dokument ten jest udostępniany publicznie na licencji Creative Commons Attribution 4.0 International License ([CC BY 4.0](#))



Spis treści

O tym przewodniku.....	4
 Temperatura mokrego termometru a zmiana klimatu.....	5
Scenariusz wprowadzający.....	5
Zrozumienie temperatury mokrego termometru przez eksperymenty.....	6
 Eksperyment 1: Chłodzenie przez parowanie.....	7
 Eksperyment 2: Ilościowe badanie chłodzenia przez parowanie.....	8
 Eksperyment 3: Jakościowe badanie temperatury mokrego termometru.....	11
 Eksperyment 4: Temperatura ciała w spoczynku i podczas.....	13
 Eksperyment 5: Co tak właściwie mierzy termometr na podczerwień?.....	14
 Wprowadzenie do temperatury mokrego termometru u ludzi.....	15
 Karta pracy do temperatury mokrego termometru 1/3: Tekst wprowadzający.....	15
 Karta pracy do temperatury mokrego termometru 3/3: Wykorzystaj symulację.....	17
 Wyzwanie: Jak radzić sobie z temperaturą mokrego termometru?.....	20
 Alternatywa dla micro:bit: Kitronik Air quality board.....	23
 Wariant 2 (Arduino): Seeed Grove WIO Terminal oraz SHT31.....	24

O tym przewodniku

Witamy w karcie pracy STEAM4Climate Student Activity Worksheet dotyczącym zmian klimatu i temperatury mokrej żarówki, zasobu edukacyjnego zaprojektowanego jako uzupełnienie Podręcznika Nauczyciela STEAM4Climate. Opracowana w ramach projektu Erasmus+ STEAM4Climate broszura wprowadza pojęcie temperatury mokrego termometru, jej wpływ na ludzki organizm oraz jej znaczenie w ocieplającym się klimacie. Uczniowie przeprowadzą eksperymenty praktyczne, aby zbadać, jak ciepło i wilgotność wpływają na termoregulację. Aby zapoznać się z pełną kolekcją arkuszy ćwiczeń dla uczniów oraz powiązanych przewodników dla nauczycieli, odwiedź [Steam4climate](#)

Karta została zaprojektowana tak, aby prowadzić Cię przez praktyczne zajęcia i eksperymenty, które badają wpływ ekstremalnego upału i wilgotności na człowieka. Znajdziesz tu instrukcje krok po kroku, tematy do dyskusji oraz opisy rzeczywistych przypadków, które pomogą pogłębić Twoje zrozumienie wyzwań związanych z klimatem.

- ◇ Wykonaj aktywności, aby zrozumieć kluczowe koncepcje.
- ◇ Zapisz swoje obserwacje i refleksje w notatniku.
- ◇ Uczestnicz w dyskusjach grupowych, aby szukać rozwiązań i dzielić się pomysłami.
- ◇ Wykorzystaj dodatkowe podpowiedzi do eksploracji, aby rozszerzyć swoją wiedzę poza klasę.

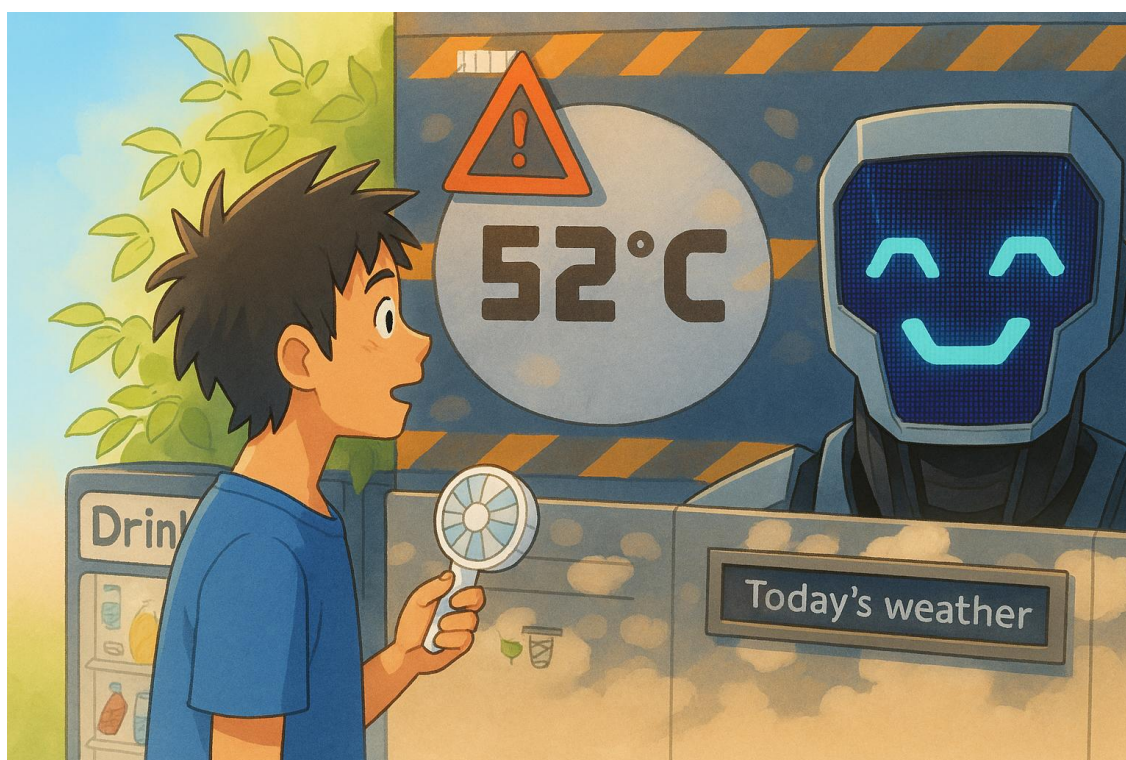
Aktywnie uczestnicząc w tych działaniach, rozwiniiesz umiejętności rozwiązywania problemów, myślenie naukowe oraz świadomość tego, jak zmiany klimatu wpływają na zdrowie ludzi i środowisko. Przygotuj się na eksperymenty, odkrywanie i innowacje!



Temperatura mokrego termometru a zmiana klimatu

Ten temat łączy fizykę i biologię, aby zbadać wpływ temperatury mokrego **termometru** na zdolności termoregulacyjne ludzkiego organizmu. Jest to szczególnie istotne w kontekście rosnących globalnych temperatur i wilgotności, które mogą przytłoczyć zdolność organizmu do chłodzenia się przez pocenie się.

Scenariusz wprowadzający



W przyszłości nasza Ziemia nie będzie już wyglądać tak jak teraz. Zmiany prawdopodobnie oznaczają, że będziemy musieli odnaleźć się na "nowej planecie".

W tym celu studenci tacy jak Ty spotykają się w celu wykonania projektu naukowego, aby zrozumieć te nowe warunki środowiskowe i uczynić je mierzalnymi. To jedyny sposób, by opracować strategie przetrwania w tej coraz bardziej wrogiej rzeczywistości.

Patrząc na aktualne wyniki badań, dostrzega się warunki środowiskowe, takie jak wysokie temperatury otoczenia połączone z wysoką wilgotnością. Te warunki środowiskowe stale się nasilają. Zadaniem tego arkusza jest pomoc w zrozumieniu skutków tych zmian, ich zmierzenie i na tej podstawie opracowanie strategii radzenia sobie z nimi w przyszłości.

Zrozumienie temperatury mokrego termometru przez eksperymenty.

Potrzebne materiały: pipety, termometry, izopropanol (lub alternatywy takie jak etanol czy aceton), ręczniki papierowe, małe wachlarze, wata, kolby Erlenmeyera oraz korki z otworami.





Eksperyment 1: Chłodzenie przez parowanie



Cel uczenia się: Zrozum chłodzenie parowe jako zjawisko fizyczne oraz jako strategię chłodzenia biologicznego.

Przyrządy: pipeta, izopropanol (lub etanol, aceton).

Procedura: Kapnij kilka kropel izopropanolu na grzbiet dłoni za pomocą pipety.

Oczekiwany efekt: Można zaobserwować silny efekt chłodzenia. (Często takie próby wywołują zdumienie wśród uczniów).



Zabawne rozszerzenie: konkurs na najzimniejszą rękę

Podziel uczniów na grupy lub pary. Każda grupa otrzyma pipety i małe pojemniki z różnymi płynami, takimi jak woda czy etanol, wyraźnie oznaczone. Wyzwaniem będzie ustalenie, która ciecz najszybciej paruje i ma najsilniejszy efekt chłodzący. Następnie uczniowie oceniają płyny od najbardziej do najmniej chłodzących.



Eksperyment 2: Ilościowe badanie chłodzenia przez parowanie

Cel zajęć: Zarejestrować i zmierzyć chłodzenie przez parowanie ilościowo jako mierzalne zjawisko fizyczne.

Przyrządy: pipetka, ręcznik papierowy, dwa termometry, uchwyty do termometrów, izopropanol (lub etanol, aceton), mały wentylator.

Procedura: Zamocuj dwa termometry, jak pokazano na zdjęciu. Owiń ręcznik papierowy wokół jednego z dwóch termometrów i zabezpiecz go drutem, aby zapobiec ślizganiu się. Następnie nałóż kilka kropel izopropanolu na materiał i obserwuj zmiany temperatury. Skąd te różnice?

Kamera termowizyjna i efekt chłodzenia skóry:

<https://www.youtube.com/watch?v=QJ44jUFsi2g>



Oczekiwany wynik: Po około 2-3 minutach można odczytać temperatury: przez efekt chłodzenia przez parowanie izopropanolu można osiągnąć około 10°C różnicy temperatur. Wentylator pozwala osiągnąć chłodzenie szybciej, ale nie do niższej temperatury.



Drut oraz izopropanol



Wiatraczek na USB





Zabawne rozszerzenie: Wyścig do najzimniejszego

Podziel uczniów na małe zespoły. Każda drużyna otrzymuje dwa termometry, jeden ręcznik papierowy, pipety i różne płyny.

Jeden termometr pozostawia się "suchy" jako kontrolę, a drugi termometr owija się ręcznikiem papierowym i zabezpiecza drutem lub gumką, aby zapobiec ślizganiu się.

Przypisz każdej grupie inny płyn do eksperymentu (np. jedna grupa używa izopropanolu, inna etanolu lub wody itd.).

Kroki: Każda grupa może użyć pipety, aby nałożyć kilka kropel przydzielonego płynu na ręcznik papierowy owinięty wokół jednego termometru. Drugi termometr pozostaje suchy.

Włącz stoper i zapisz początkową temperaturę na obu termometrach (suchym i mokrym).

Monitoruj temperatury przez 5–10 minut, zwracając uwagę na to, jak temperatura mokrego termometru spada w porównaniu do suchego.

W drugiej rundzie włącz mały wentylator, aby dmuchać powietrzem na mokry termometr i powtórz pomiary.

Obserwuj, jak przepływ powietrza wpływa na tempo chłodzenia. Każda drużyna będzie śledzić, o ile temperatura spada na swoim "mokrym" termometrze (z ręcznikiem papierowym) w porównaniu do suchego.

Zespoły będą także mierzyć różnicę w chłodzeniu z wentylatorem i bez niego. Zapiszą swoje wyniki i udostępnią je klasie.

Zbierz klasę i poproś zespoły o przedstawienie swoich ustaleń.

Który płyn spowodował największy efekt chłodzenia?

Czy wentylator miał wpływ i jak zmienił tempo chłodzenia?

Dlaczego niektóre płyny stygną lepiej niż inne?



Eksperyment 3: Jakościowe badanie temperatury mokrego termometru



Cel ćwiczenia:

Najniższa możliwa temperatura do osiągnięcia chłodzeniem przez parowanie zależy również od tego, czy substancja parująca znajduje się już w powietrzu. Im bardziej powietrze będzie nasycone substancją chłodzącą, tym mniejszy efekt chłodzenia.

Narzędzia i materiały:

pipeta, ręcznik papierowy, dwa termometry, uchwyt do termometru, kolba Erlenmeyera, wata, korek z otworem.

Procedura:

- Owiń oba termometry ręcznikiem papierowym, tak jak w eksperymencie 2.
- Powieś jeden z dwóch termometrów tak jak w eksperymencie 2.
- Drugi termometr umieść w przygotowanej kolbie Erlenmeyera: Kolba Erlenmeyera powinna zawierać watę, która jest nasączona używaną substancją chłodzącą. W rezultacie powietrze w tłoku jest nasycone substancją chłodzącą.
- Odczytaj temperaturę dla obu termometrów.



Wynik:

Po około 2-3 minutach należy zauważyć, że temperatura mokrego termometru ponownie ustaliła się na pewnym poziomie. W kolbie Erlenmeyera natomiast praktycznie nie ma chłodzenia. Chłodziwo nie odparowuje, materiał na termometrze pozostaje wilgotny.

Podsumowanie:

Im więcej substancji chłodzącej jest już w powietrzu, tym trudniej jest z dalszym odparowaniem jej z tkaniny. W efekcie materiał pozostaje wilgotny dłużej. A tam, gdzie substancja nie może odparować, nie ma efektu chłodzenia.

Zastosowanie w przypadku pocenia się u ludzi:

Oznacza to, że im większe nasycenie powietrza wilgocią, tym gorszy efekt chłodzenia przez pocenie się.



Zabawne rozszerzenie: Czy więcej oznacza lepiej?

Różne grupy mogą pracować z różnymi ilościami płynu chłodzącego w kolbie Erlenmeyera. Następnie porównuje się wspólnie wyniki.



Eksperyment 4: Temperatura ciała w spoczynku i podczas



Cel ćwiczenia:

Ludzkie ciało rozprasza ciepło z metabolizmu i pracy mięśni przez skórę.

Potrzebne materiały:

Termometr na podczerwień lub termometr do ucha, ewentualnie spryskiwacz wody

Procedura:

Utwórz grupy co najmniej dwóch uczniów.

Jeden uczeń z każdej grupy zgłasza się na ochotnika do pomiaru temperatury.

Zmierz temperaturę ucznia, gdy siedzi w spoczynku (np. na czole). Uwaga: Jeśli używasz termometru na podczerwień z laserem, wyłącz lub przyklej laser taśmą dla bezpieczeństwa.

Niech uczeń przez 1–2 minuty wykonuje aktywność fizyczną, na przykład skakanie na skakance, robienie pompek lub bieganie po schodach.

Natychmiast po zakończeniu aktywności ponownie zmierz temperaturę ucznia.

Oczekiwany wynik:

W spoczynku temperatura powierzchni ciała jest w niskim zakresie, po aktywności fizycznej jest ona znacznie wyższa. Ciało emituje ciepło odpadowe przez swoją powierzchnię. W ten sposób powstaje przepływ ciepła z ciała do środowiska (rzędu 50-100 watów, w zależności od stanu obciążenia organizmu). Aby poprawić lub przyspieszyć odprowadzanie ciepła, organizm zaczyna się pocić

Eksperyment 5: Co tak właściwie mierzy termometr na podczerwień?



W tym eksperymencie zmierzmy, ile pary wodnej znajduje się w całej pionowej kolumnie atmosfery nad nami.

Para wodna jest ważnym gazem cieplarnianym i odgrywa kluczową rolę w pogodzie, formowaniu się chmur oraz bilansie energetycznym Ziemi. Zamiast używać względnej wilgotności, która mówi jedynie o wilgotności powietrza w pobliżu ziemi, oszacujemy całkowitą ilość

pary wodnej w atmosferze, mierząc temperaturę nieba za pomocą pirometru na podczerwień.

Gdy powietrze jest wilgotne, instrument wykrywa cieplejsze promieniowanie z niższych warstw atmosfery;

Gdy powietrze jest suche, widzi chłodniejsze promieniowanie z wyższych wysokości. Wykonując kilka pomiarów w kierunku zenitu w pogodny dzień i obliczając ich średnią, możemy później określić całkowitą ilość pary wodnej za pomocą narzędzia online przetwarzającego nasze dane.

- Upewnij się, że niebo w pobliżu zenitu jest całkowicie wolne od chmur.
- Zmierz temperaturę powietrza za pomocą zwykłego termometru na podczerwień.
- Skieruj pirometr prosto w górę na zenit.
- Przytrzymaj przycisk pomiaru przez 5 sekund i oszacuj średnią wyświetlaną temperaturę.

<https://www.igf.fuw.edu.pl/~kmark/PolandAOD/PDF/ParaWodna.pdf>

(Podziękowania dla Darka Aksamita za inspirację w tym zakresie)



Wprowadzenie do temperatury mokrego termometru u ludzi



Karta pracy do temperatury mokrego termometru 1/3: Tekst wprowadzający

Człowiek nieustannie wytwarza ciepło poprzez procesy metaboliczne. Im wyższa aktywność, tym więcej jest generowanego „ciepła odpadowego”. To ciepło musi być rozproszone do środowiska, w przeciwnym razie osoba się przegrzeje.

Aby ciepło mogło być transportowane z wnętrza ciała, temperatura powierzchni skóry osoby musi być niższa niż temperatura wnętrza jej ciała.

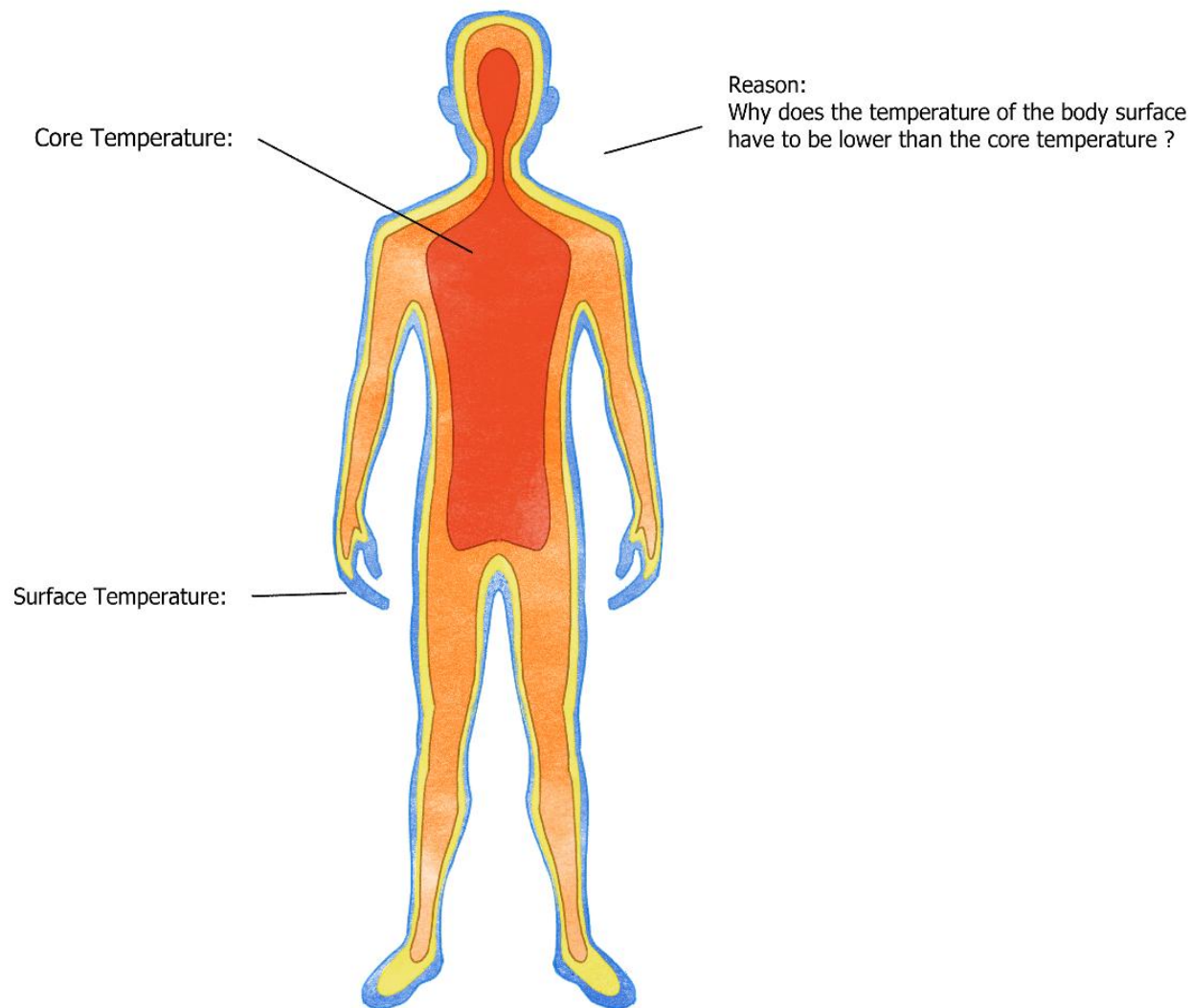
Temperatura wnętrza ciała wynosi około 37°C . Osoba odpoczywająca w cieniu może przez krótki czas tolerować temperaturę powierzchniową 35°C , ale dłuższa ekspozycja staje się niebezpieczna dla ludzi. Maksymalna dopuszczalna temperatura powierzchni jest niższa, ale naukowcy nie są jeszcze tego do końca pewni.

Osoba poruszająca się może tolerować temperaturę mokrego termometru 31°C . Te wytyczne dotyczą młodych, zdrowych osób. Małe dzieci, osoby starsze lub osoby z istniejącymi schorzeniami tolerują jedynie niższe temperatury mokrego termometru. Wartości te dotyczą osób, które piją wystarczająco dużo płynów i noszą odpowiednie ubrania. Jeśli pijesz za mało, organizm nie jest w stanie odprowadzić wystarczającej ilości ciepła przez pocenie się.



Karta pracy do temperatury mokrego termometru 2/3: Wypełnij puste pola

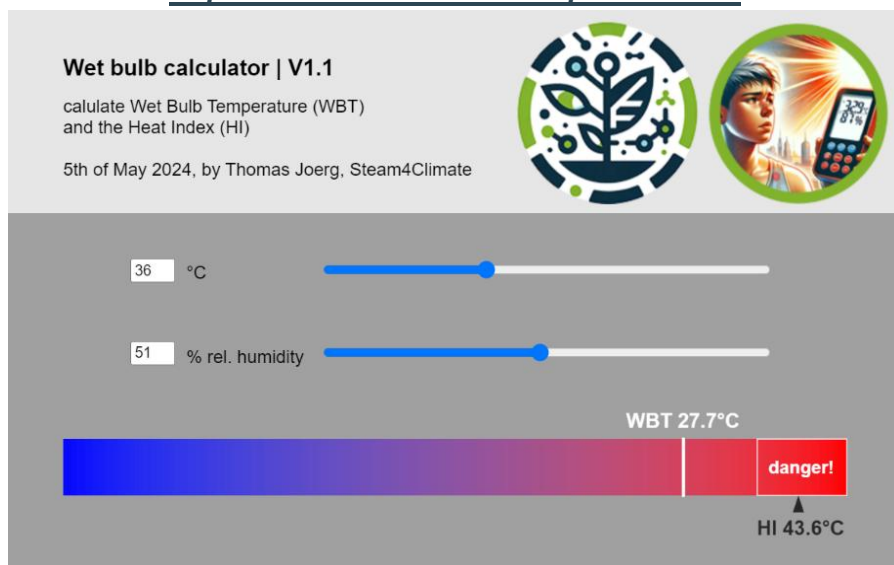
Podsumowaj tekst wprowadzający i wpisz właściwe temperatury do obrazka. Opisz i wyjaśnij wartości.





Karta pracy do temperatury mokrego termometru 3/3: Wykorzystaj symulację

<https://iludis.de/wetBulbTemp/index.html>



Odpowiedz na następujące pytania

<i>Jak gorąco jest latem? (W Niemczech, na przykład, latem może sięgać nawet 42°C, to rekord)</i>	
<i>Przy jakiej wilgotności względnej staje się niebezpieczna? (albo kiedy w Niemczech przy 42°C staje się niebezpiecznie?)</i>	
<i>Jeśli na zewnątrz jest 40°C, jaka jest maksymalna wilgotność, przy której można iść na spacer?</i>	
<i>Krótko wyjaśnij dlaczego.</i>	
<i>W dżunglach Wenezueli wilgotność wynosi 65% o godzinie 13:00 w południe. W jakiej temperaturze w takich warunkach lepiej przestać się ruszać?</i>	
<i>Dlaczego obszary dżungli są generalnie bardziej narażone na ryzyko przegrzania niż pustynne pod względem temperatury mokrego termometru?</i>	

Tabela temperatur mokrego termometru dla różnych wartości wilgotności

Na następnej stronie znajdziesz tabele wartości określających temperaturę mokrego termometru przy lokalnej temperaturze i wilgotności powietrza

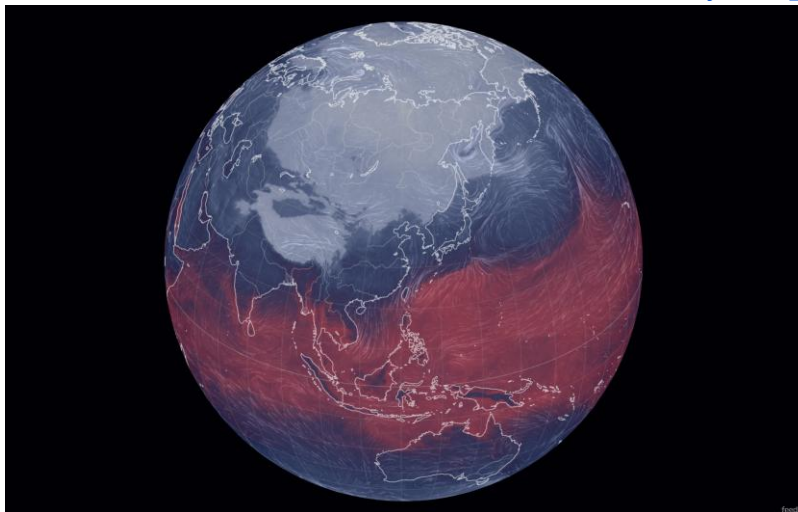
Przykład, jak używać tabeli:

- Jeśli temperatura powietrza wynosi 40°C i wilgotność względna 50%, można użyć chłodzenia przez parowanie, aby schłodzić do $30,9^{\circ}\text{C}$, ale nie więcej
- Jeśli temperatura powietrza wynosi 34°C i wilgotność względna wynosi 80%, można użyć chłodzenia przez parowanie, aby ochłodzić do $31,0^{\circ}\text{C}$, ale nie więcej.

Dodatkowe ćwiczenia:

Temperatura mokrego termometru na planecie

https://earth.nullschool.net/#current/wind/surface/level/overlay=wet_bulb_temp/



		Relative humidity								
		10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
T (°C)	0	-4,6	-4,5	-4,3	-3,9	-3,5	-3,0	-2,4	-1,7	-0,9
	2	-3,5	-3,2	-2,8	-2,3	-1,8	-1,2	-0,5	0,2	1,0
	4	-2,3	-1,8	-1,3	-0,7	-0,1	0,6	1,4	2,2	3,0
	6	-1,1	-0,4	0,2	0,9	1,7	2,4	3,2	4,1	5,0
	8	0,0	0,9	1,8	2,6	3,4	4,2	5,1	6,0	6,9
	10	1,2	2,3	3,3	4,2	5,1	6,0	7,0	7,9	8,9
	12	2,3	3,6	4,8	5,8	6,8	7,8	8,8	9,8	10,9
	14	3,5	5,0	6,3	7,4	8,5	9,6	10,7	11,8	12,9
	16	4,6	6,4	7,8	9,1	10,3	11,4	12,6	13,7	14,8
	18	5,8	7,7	9,3	10,7	12,0	13,2	14,4	15,6	16,8
	20	7,0	9,1	10,8	12,3	13,7	15,0	16,3	17,5	18,8
	22	8,1	10,5	12,3	13,9	15,4	16,8	18,1	19,4	20,7
	24	9,3	11,8	13,8	15,6	17,1	18,6	20,0	21,4	22,7
	26	10,4	13,2	15,3	17,2	18,9	20,4	21,9	23,3	24,7
	28	11,6	14,5	16,9	18,8	20,6	22,2	23,7	25,2	26,6
	30	12,7	15,9	18,4	20,4	22,3	24,0	25,6	27,1	28,6
	32	13,9	17,3	19,9	22,1	24,0	25,8	27,5	29,0	30,6
	34	15,0	18,6	21,4	23,7	25,7	27,6	29,3	31,0	32,6
	36	16,2	20,0	22,9	25,3	27,5	29,4	31,2	32,9	34,5
	38	17,4	21,3	24,4	27,0	29,2	31,2	33,0	34,8	36,5
	40	18,5	22,7	25,9	28,6	30,9	33,0	34,9	36,7	38,5
42	19,7	24,1	27,4	30,2	32,6	34,8	36,8	38,7	40,4	
44	20,8	25,4	28,9	31,8	34,3	36,6	38,6	40,6	42,4	
46	22,0	26,8	30,4	33,5	36,1	38,4	40,5	42,5	44,4	
48	23,1	28,1	32,0	35,1	37,8	40,2	42,4	44,4	46,3	
50	24,3	29,5	33,5	36,7	39,5	42,0	44,2	46,3	48,3	
52	25,4	30,9	35,0	38,3	41,2	43,8	46,1	48,3	50,3	
54	26,6	32,2	36,5	40,0	42,9	45,6	48,0	50,2	52,3	
56	27,7	33,6	38,0	41,6	44,6	47,4	49,8	52,1	54,2	
58	28,9	34,9	39,5	43,2	46,4	49,2	51,7	54,0	56,2	
60	30,0	36,3	41,0	44,8	48,1	51,0	53,5	55,9	58,2	

The European Commission's support to produce this publication does not constitute an endorsement of the contents, which reflect the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Wyzwanie: Jak radzić sobie z temperaturą mokrego termometru?

Jak możesz chronić siebie i swoją społeczność przed przegrzaniem spowodowanym pogodą?

- **Zbuduj stację meteorologiczną dla swojej klasy:** Warunki środowiskowe mają być rejestrowane w czasie rzeczywistym, a w przypadku krytycznych warunków należy wydawać ostrzeżenie.

Pomyśl o sposobach przygotowania i ochrony społeczności poprzez adaptację i organizację do rosnących temperatur.

Wariant 1 Microbit: DHT22 oraz Kitronik OLED



Cel ćwiczenia:

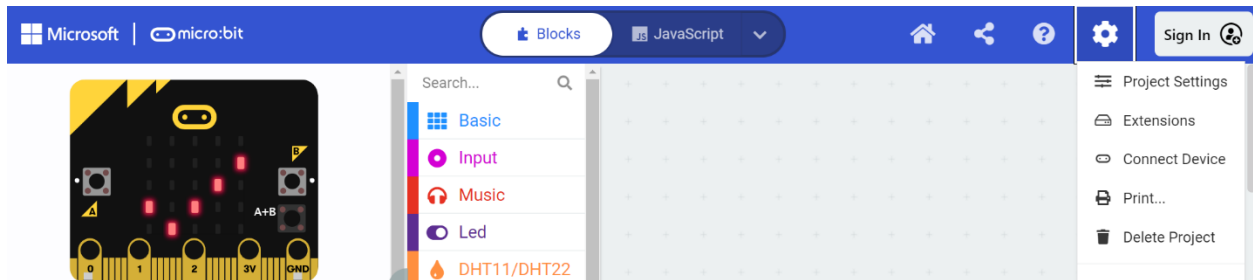
Uczniowie powinni opracować urządzenie ostrzegawcze, które stale mierzy temperaturę mokrego termometru w klasie.

Wyposażenie:

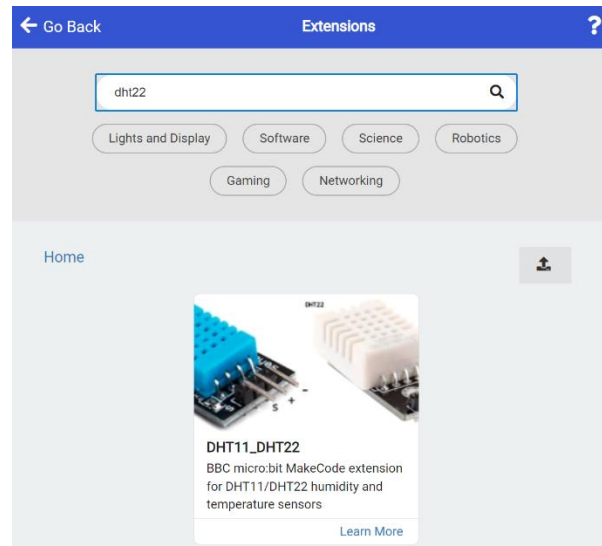
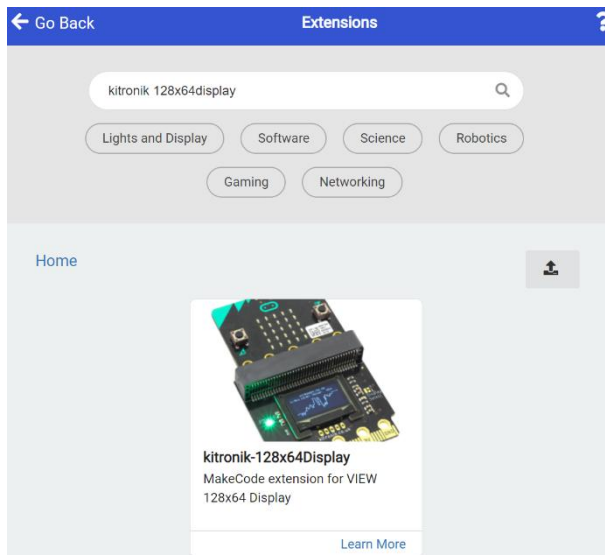
1. BBC Microbit.
2. Kitronik OLED Display for Microbit.
3. DHT22 czujnik temperatury i wilgotności
4. Komputer z dostępem do internetu

Wymagane rozszerzenie do micro:bit:

Aby korzystać z wyświetlacza i czujnika, trzeba dodać niezbędne biblioteki jako gotowe rozszerzenia:

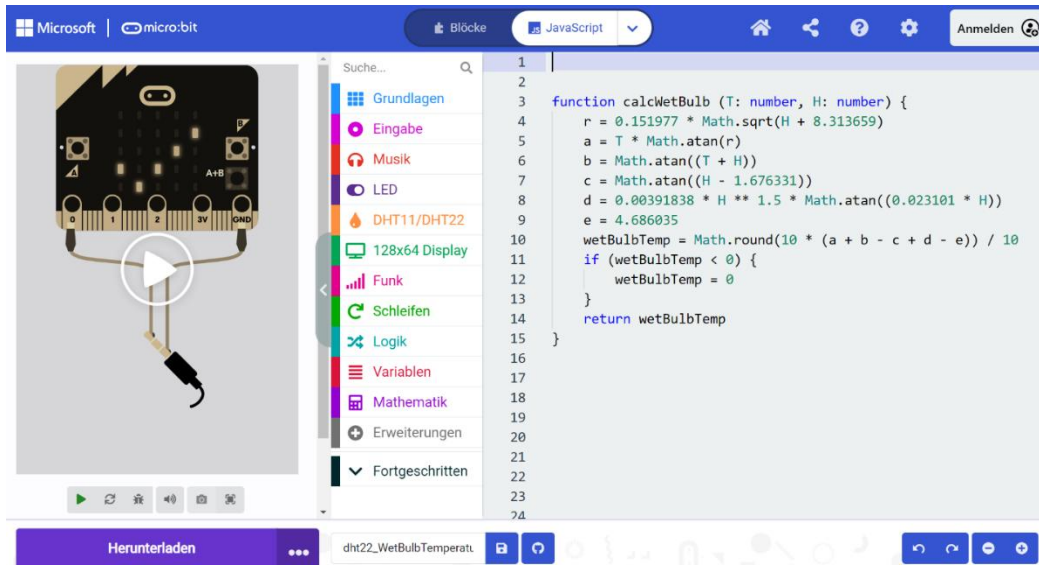


Należy dodać te dwa rozszerzenia:



Kod źródłowy Javascript do obliczania temperatury mokrego termometru

Tutaj dostępna jest prosta funkcja JavaScript, którą można skopiować i wkleić do obszaru JavaScript MakeCode:



```
function calcWetBulb (T: number, H: number) {  
  r = 0.151977 * Math.sqrt(H + 8.313659)  
  a = T * Math.atan(r)  
  b = Math.atan((T + H))  
  c = Math.atan((H - 1.676331))  
  d = 0.00391838 * H ** 1.5 * Math.atan((0.023101 * H))  
  e = 4.686035  
  wetBulbTemp = Math.round(10 * (a + b - c + d - e)) / 10  
  if (wetBulbTemp < 0) {  
    wetBulbTemp = 0  
  }  
  return wetBulbTemp  
}
```

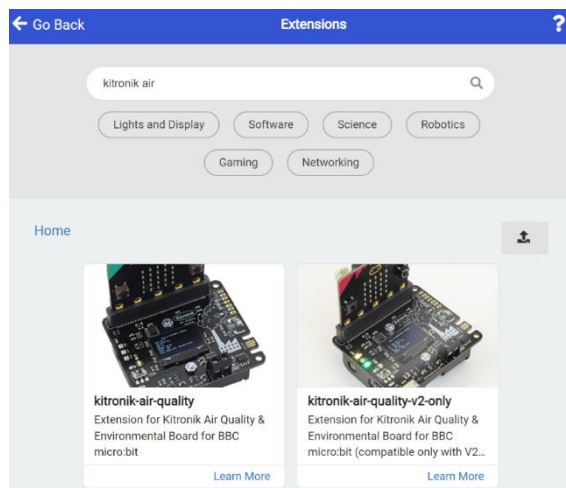
Alternatywa dla micro:bit: Kitronik Air quality board



Wyposażenie:

1. BBC Microbit:
2. Kitronik Air quality board:
3. Komputer z dostępem do internetu

Wymagane rozszerzenie dla Microbit Makecode:





Wariant 2 (Arduino): Seed Grove WIO Terminal oraz SHT31

Wyposażenie:

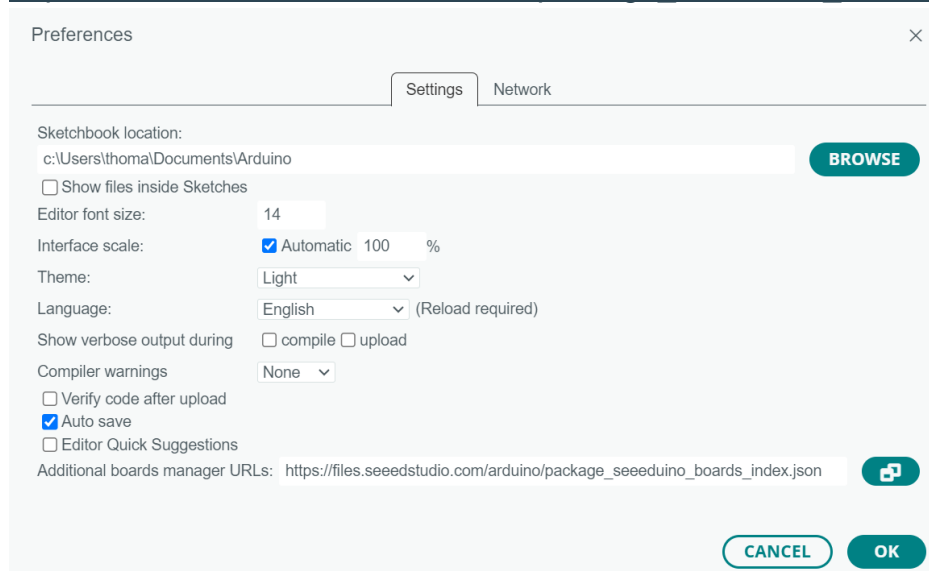
1. Seed Grove WIO Terminal.
2. Seed Grove SHT31.
3. Komputer z dostępem do internetu

Instalacja oprogramowania i bibliotek:

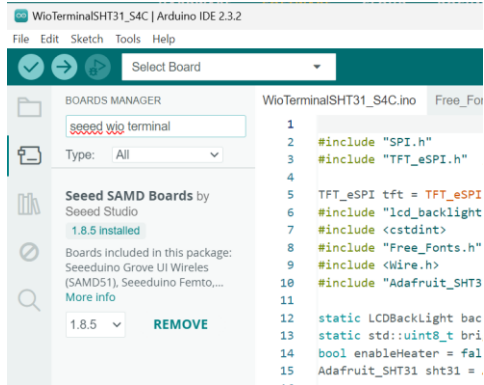
1. Pobierz oprogramowanie do Arduino:
<https://www.arduino.cc/en/software>
2. W File > Preferences dodaj "Additional boards manager URLs:"



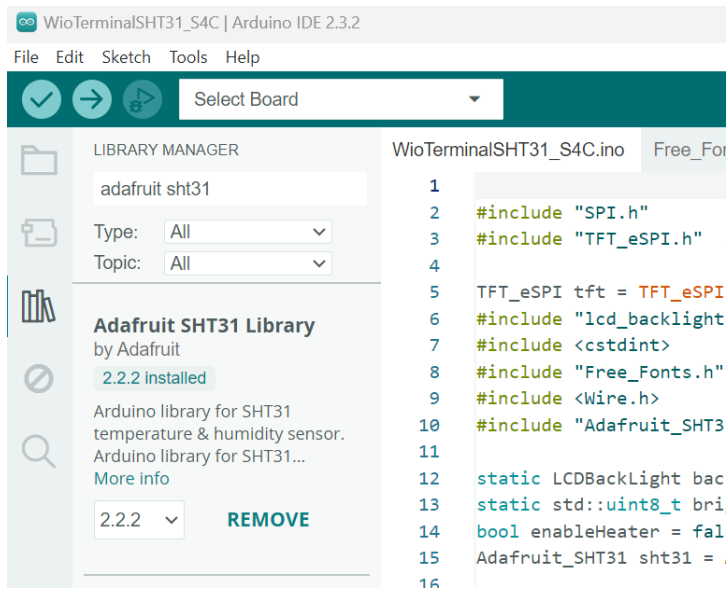
https://files.seeedstudio.com/arduino/package_seeeduino_boards_index.json



3. W menu Board Manager dodaj **“Seed wio terminal”** jako **“Seed SAMD Boards”**



4. W menagerze bibliotek Library Manager menu dodaj **“Adafruit sht31”** oraz zainstaluj ze wszystkimi zależnościami:



5. Do folderu projektu terminala WIO dodaj następujące pliki do pobrania:

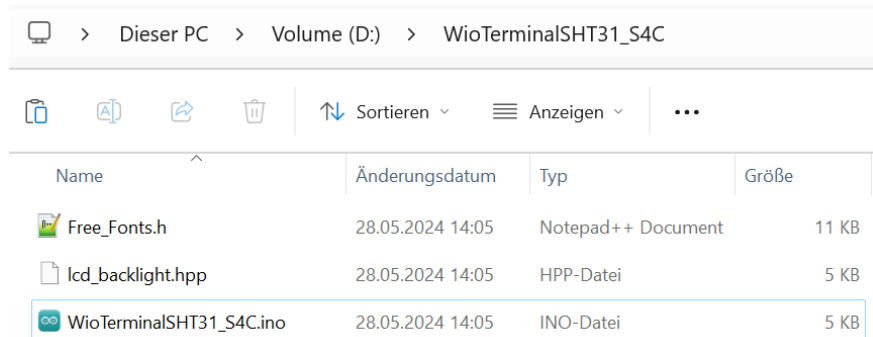
5a: LCD Backlight control:

https://github.com/ciniml/WioTerminal_BackLight/blob/master/lcd_backlight.hpp

5b: A Free Font library for the TFT-Display of the WIO-Terminal

https://github.com/Bodmer/TFT_eSPI/blob/master/examples/320%20x%20240/Free_Font_Demo/Free_Fonts.h

6. Powinno to wyglądać tak (w tym przykładzie projekt nazywa się "WioTerminalSHT31_S4C"):



Przykładowa implementacja: kompletny kod źródłowy Arduino-C:

```
////////////////////PART 1: Includes //////////////////////
#include "SPI.h"
#include "TFT_eSPI.h" // Hardware-specific library
TFT_eSPI tft = TFT_eSPI(); // Invoke custom library
#include "lcd_backlight.hpp"
#include <stdint>
#include "Free_Fonts.h"
#include <Wire.h>
#include "Adafruit_SHT31.h"
static LCDBackLight backLight;
bool enableHeater = false;
Adafruit_SHT31 sht31 = Adafruit_SHT31();

////////////////////PART 2: SETUP //////////////////////
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  tft.begin();
  tft.setRotation(3);
  tft.fillScreen(tft.color565(0, 0, 0));
  backLight.initialize();
  std::uint8_t maxBrightness = backLight.getMaxBrightness();
  backLight.setBrightness(maxBrightness);
  Wire.begin();
  if (!sht31.begin(0x44)) { // Set to 0x45 for alternate i2c addr
    Serial.println("Couldn't find SHT31");
    while (1) delay(1);
  }
  Serial.print("Heater Enabled State: ");
  if (sht31.isHeaterEnabled())
    Serial.println("ENABLED");
  else
```

```

        Serial.println("DISABLED");
    }

//PART 3: Mainloop
void loop() {
    float t = sht31.readTemperature();
    float h = sht31.readHumidity();
    float wetBulb = calculateWetBulb(t, h);
    float heatInd = calculateHeatIndex(t, h);
    int offsety = 10;
    int offsetx = 130;
    int initx = 10;
    tft.fillRect(initx + offsetx, 13 + offsety, 160, 30, tft.color565(0, 0, 90));
    tft.fillRect(initx + offsetx, 53 + offsety, 160, 30, tft.color565(0, 0, 90));
    tft.fillRect(initx + offsetx, 93 + offsety, 160, 30, tft.color565(90, 0, 0));
    tft.fillRect(initx + offsetx, 133 + offsety, 160, 30, tft.color565(90, 0, 0));
    tft.setTextColor(TFT_WHITE);
    tft.setFreeFont(FF17);
    tft.drawString("Temperature: ", initx + 10, 20 + offsety);
    tft.drawString(String(t) + " 'C", initx + 10 + offsetx + 20, 20 + offsety);
    tft.drawString("Rel. Humidity: ", initx + 10, 60 + offsety);
    tft.drawString(String(h) + " %", initx + 10 + offsetx + 20, 60 + offsety);
    tft.drawString("Wet Bulb T.: ", initx + 10, 100 + offsety);
    tft.drawString(String(wetBulb) + " 'C", initx + 10 + 20 + offsetx, 100 + offsety);
    tft.drawString("Heat Index: ", initx + 10, 140 + offsety);
    tft.drawString(String(heatInd) + " 'C", initx + 10 + 20 + offsetx, 140 + offsety);
    for (int i = 0; i < 255; i++) {
        tft.drawLine(30 + i, 185, 30 + i, 220, tft.color565(i, 0, 255 - i));
    }
    int wetbulboffset = int(wetBulb * 7.3);
    tft.drawRect(30 + 226, 185, 29, 35, tft.color565(250, 140, 140));
    tft.drawLine(30 + wetbulboffset, 185, 30 + wetbulboffset, 220, tft.color565(255, 255, 255));
    tft.setTextColor(tft.color565(240, 140, 140));
    tft.setFreeFont(FF19);
    tft.drawString("!", 265, 188);
    delay(50);
}

//PART 4: Functions for calculating wet bulb and heat index
float calculateWetBulb(float Temp, float Hum) {
    float T = Temp;
    float H = Hum;
    float radicand = 0.151977 * sqrt(H + 8.313659);
    float term1 = T * atan(radicand);
}

```

```

float term2 = atan(T + H);
float term3 = atan(H - 1.676331);
float term4 = 0.00391838 * pow(H, 1.5) * atan(0.023101 * H);
float term5 = 4.686035;
float wetBulbTemp = round(10 * (term1 + term2 - term3 + term4 - term5)) /
10.0;
if (wetBulbTemp < 0) {
    wetBulbTemp = 0;
}
return wetBulbTemp;
}

float calculateHeatIndex(float Temp, float Hum) {
    float T = Temp;
    float H = Hum;
    float hitzeindex = 0;
    if (T >= 27) {
        hitzeindex = -8.78469 + 1.611394 * T + 2.338548 * H - 0.146116 * T * H -
0.0123081 * T * T - 0.0164248 * H * H + 0.002211732 * T * T * H + 0.0007256 *
T * H * H - 0.000003582 * T * T * H * H;
        hitzeindex = round(10 * hitzeindex) / 10.0;
    }
    return hitzeindex;
}

```

Podejście nauk społecznych: Czego uczy się z takich scenariuszy:

- Ponad 1300 osób zginęło podczas hadzi w Mekce z powodu stresu cieplnego (temperatury powyżej 50°C):

<https://edition.cnn.com/2024/06/24/asia/indonesia-hajj-heatwave-burial-intl-hnk/index.html>

- Co najmniej 40 000 przypadków udaru cieplnego podczas fali upałów w Indiach:

<https://edition.cnn.com/2024/06/21/india/india-delhi-nighttime-heatwave-climate-intl-hnk/index.html>

- Wielu zmarło podczas fali upałów w Atenach latem 2024 roku:

<https://edition.cnn.com/2024/06/12/climate/greece-shuts-acropolis-heat-climate-intl/index.html>

Jak zapobiegać takim sytuacjom i jak chronić oraz przygotować naszą społeczność?

Omów temat na zajęciach i opracuj możliwe rozwiązania. W najlepszym przypadku połącz to z bezpośrednią możliwością wdrożenia. Przykłady odpowiednich :

1. Jak możesz chronić swoich znajomych w przypadku ekstremalnie wysokich temperatur mokrego termometru? Jakie zasady postępowania powinny obowiązywać?
2. Czy konieczne jest dostosowanie budynku szkoły – na przykład z dystrybutorami wody, znakami ostrzegawczymi, wyznaczonymi strefami chłodzenia i ewentualnie przygotowanymi pomieszczeniami?
3. Jeśli jest wystarczająco dużo pokoi: czy nie powinny być otwarte dla osób spoza szkoły, takich jak przechodnie itp.?

Czy pomoc powinna być oferowana na przykład sąsiednim przedszkolom lub domom spokojnej starości?

