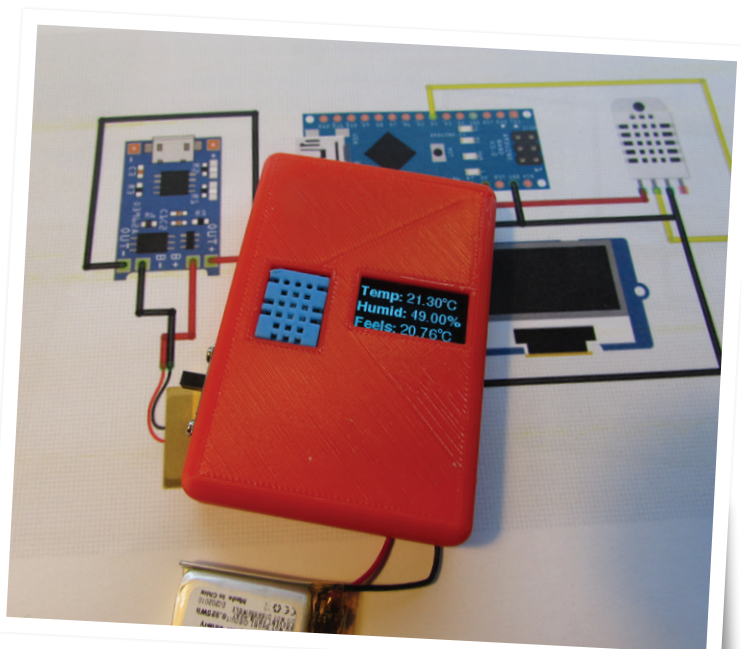


Draagbare temperatuur- en vochtigheidsmeter

met gebruiksklare modules

Aarav Garg (India)

Een relatief eenvoudige benadering van moderne elektronica is om projecten te bouwen met behulp van gebruiksklare modules. Er is slechts wat bedrading en – in de meeste gevallen – enige software nodig om een nieuw apparaat te bouwen, zoals het weerstation dat we in dit artikel presenteren.



Luc Lemmens van het Elektor Lab schrijft: De ontwerper is de 15-jarige scholier Aarav Garg uit India, die met veel plezier zijn "Pocket Weather Station" in ons tijdschrift presenteert. Het is opgebouwd met een Arduino Nano, een 0,96-inch OLED-display en een DHT11-vochtigheids- en temperatuursensor. Het wordt gevoed door een LiPo-accu die wordt opgeladen via een USB-laadmodule. Een op maat gemaakte, 3D-geprinte behuizing maakt dit handige, draagbare apparaat compleet. We laten Aarav zelf aan het woord om te vertellen hoe hij tot dit ontwerp is gekomen. Ik heb het gebouwd en met succes getest in het Elektor Lab; enkele aanvullende instructies en opmerkingen zijn in de kaders te vinden.

In dit artikel leest u hoe u een draagbaar weerstation bouwt met behulp van een Arduino Nano-board. Het is een compact apparaat dat u overal mee naartoe kunt nemen, gewoon in uw zak; en het geeft de temperatuur en vochtigheid 'live' weer op het OLED-display waarmee het is uitgerust. Het is een bijzonder praktisch apparaat, want u weet altijd wanneer u een paraplu mee moet nemen (bij regen, maar ook bij brandende zon)! Het apparaat is voorzien van een oplaadbare 160 mAh LiPo-accu. Het is een prima project om van te leren – en het is ook leuk om te bouwen.

Stap 1: verzamel de componenten

Wanneer u aan een project begint, begint u

met het verzamelen van de vereiste componenten, zoals in **figuur 1**. Voor dit project hebt u nodig:

- Arduino Nano met kabel
- DHT11-temperatuursensormodule
- 0,96" OLED-display
- TP4056 accu-laadmodule
- kleine accu (ik gebruikte een 160-mAh LiPo-accu)
- schuifschakelaar

Benodigd gereedschap:

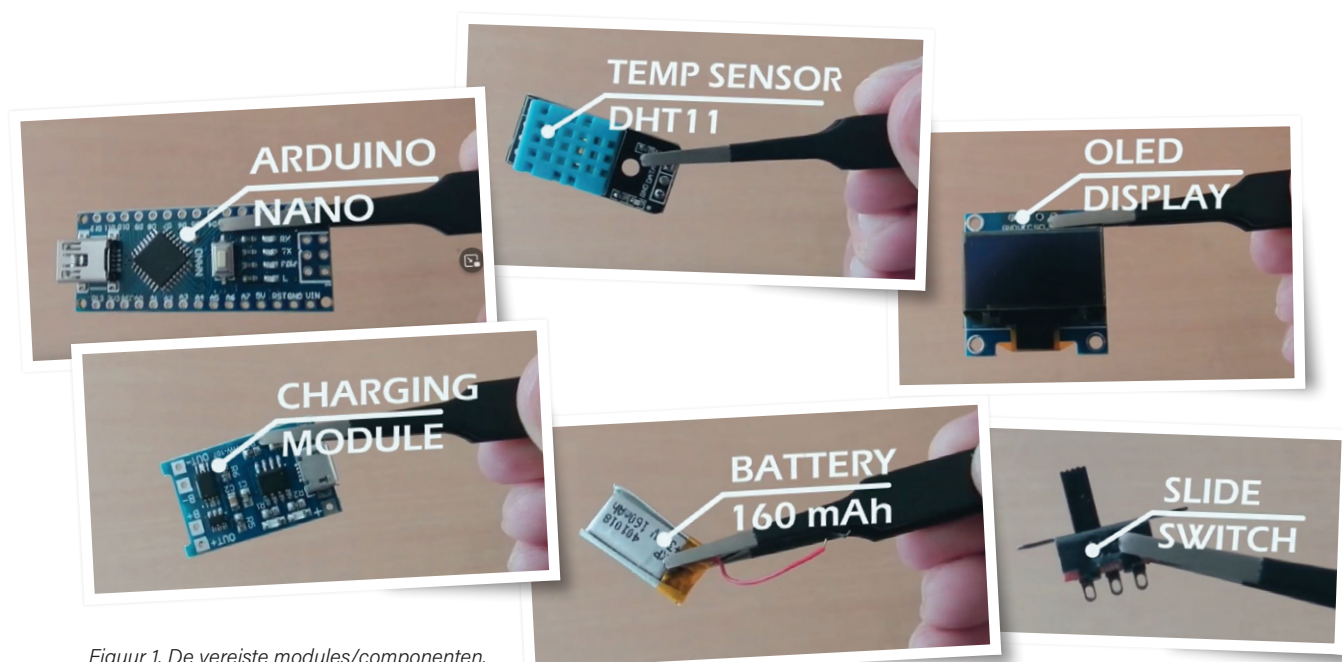
- soldeerbout
- jumperdraden
- lijmpistool
- 3D-printer voor de behuizing (optioneel)

Verzamel en/of koop alle benodigde spullen en ga door met de volgende stap.

Stap 2: opstelling van de componenten

Nu moeten we de plaats van de componenten in een behuizing plannen. Ik wilde het apparaat zo dun mogelijk houden zodat het als een pocketboek in een jaszak plaatst. Dus legde ik alle componenten naast elkaar; ik wilde geen componenten boven elkaar, omdat de X- en Y-afmetingen van het apparaat dan weliswaar kleiner worden maar de Z-afmeting toeneemt, en dat is niets anders dan de dikte.

In **figuur 2** ziet u hoe ik de componenten in mijn pocket-weerstation heb opgesteld. U kunt natuurlijk ook uw eigen idee uitwerken.



Figuur 1. De vereiste modules/componenten.

Stap 3: het schema

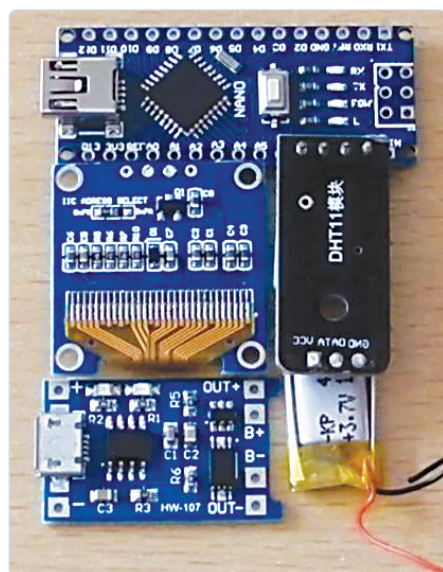
Nu moeten we het schema van ons pocket-weerstation tekenen. Voor dit project is dat heel eenvoudig, omdat er maar weinig modules met elkaar verbonden moeten worden, terwijl er verder niets gemodificeerd hoeft te worden. Het schema is te zien in **figuur 3**; in de tekst verwijzen we er naar, indien nodig. De accu wordt aangesloten op

de laadmodule en de uitgang van die laadmodule gaat naar het Arduino Nano-board. Ik heb een Arduino Nano-board gebruikt vanwege de afmetingen, die perfect zijn voor dit project!

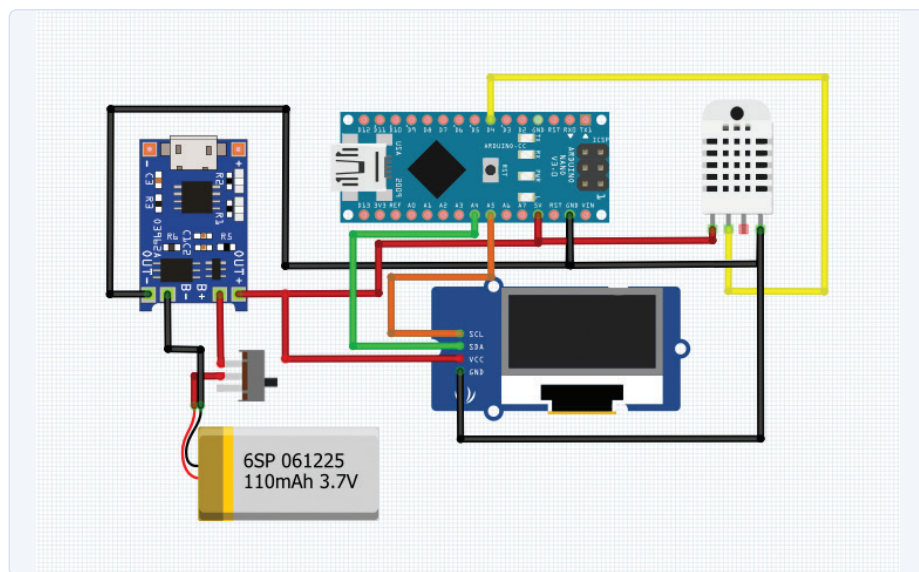
Sluit vervolgens de temperatuursensor-module en het OLED-display aan op het Arduino-board. Zodra het schema klaar is, gaat u verder met de volgende stap.

Stap 4: Soldeerverbindingen maken

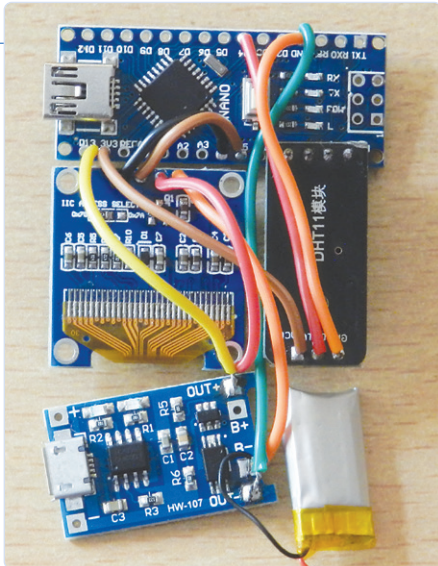
Nu moeten we alleen alle componenten aan elkaar solderen volgens het schema dat we in stap 3 hebben opgesteld. Maak de verbindingsdraden niet te lang, om later een dradenwarboel te voorkomen. Soldeer vooral ook nauwkeurig om elke vorm van kortsluiting te voorkomen. Misschien vindt u dat saai, maar



Figuur 2. Plaatsing van de modules.



Figuur 3. Fritzing-schema van de vereiste verbindingen.



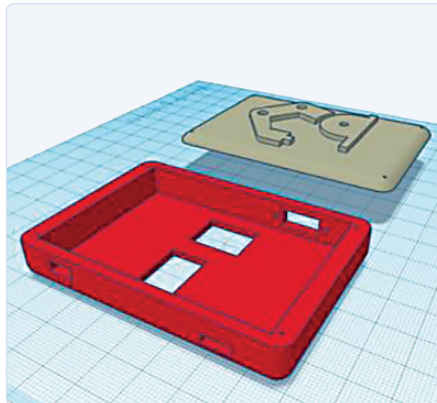
Figuur 4. De meeste verbindingen zijn gemaakt.

geloof me: later merkt u dat het de moeite waard was.

Nadat u klaar bent met het solderen, zou het er ongeveer uit moeten zien als mijn exemplaar van **figuur 4**. Ga nu verder met de volgende stap.

Stap 5: na het solderen

Ons weerstation is op dit moment een kabel-zootje en absoluut niet draagbaar, en dus hebben we een behuizing nodig voor het pocket-weerstation om het een 'professionele' uitstraling te geven. De beste optie daarvoor is 3D-printen. In de volgende stap ontwerpen en printen we de behuizing!



Figuur 5. Ontwerp van de behuizing, gemaakt in Tinkercad.

Stap 6: printen van de behuizing

Zelf heb ik mijn behuizing voor het pocket-weerstation in Tinkercad ontworpen (**figuur 5**), werkelijk geweldige CAD-software. Het ondersteunt alle vaardigheidsniveaus, dus als u een CAD-beginner bent zou u geen probleem mogen ondervinden. Ik heb zelf geen 3D-printer, daarom ging ik naar IAmRapid, uploadde mijn .STL-bestanden voor een directe prijsopgave en bestelde de onderdelen van de behuizing meteen. De kwaliteit van de behuizing is zonder meer uitstekend. Gelukkig bleken alle uitsparingen die ik in het ontwerp voor de diverse modules en connectoren helemaal goed te zijn. De 3D-bestanden

voor het printen van de behuizing kunnen worden gedownload van de Elektor Labs-pagina bij dit project [1]. Nu gaan we verder met de montage van de complete schakeling in de behuizing.

Stap 7: montage van de schakeling in de behuizing

Nu moeten we het geheel in de hierboven ontworpen en geprinte behuizing monteren. Het is erg belangrijk dat alle connectoren in hun uitsparingen passen om het apparaat die broodnodige professionele uitstraling te geven. Het is ook belangrijk dat alle componenten stevig op hun plaats zijn bevestigd en niet kunnen bewegen, om een goede en soepele werking van het apparaat te garanderen! Ik heb wat hotmelt gebruikt om de schakeling op de juiste manier te bevestigen, **figuur 6** toont het resultaat. Zodra dit klaar is, gaat u verder met de volgende stap.

Stap 8: montage van de schakelaar

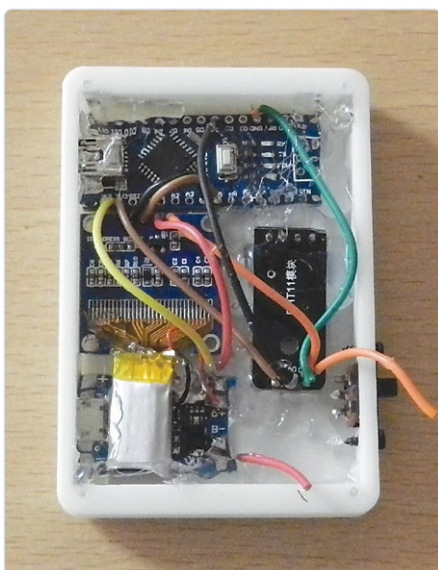
Nadat de schakeling in de behuizing is gemonteerd, moet de schuifschakelaar in de daarvoor bestemde uitsparing worden vastgezet. We hebben de schakelaar nog niet eerder aangesloten omdat hij van buitenaf in de behuizing wordt gestoken (**figuur 7**). Nadat u de schakelaar in de sleuf hebt gestoken, monteert u die met twee kleine schroeven. Sluit vervolgens de twee draden aan, één afkomstig van VCC van het Arduino-board en één van de plus-aansluiting van de laadmodule. Dan kunnen we de volledige schakeling met de schakelaar aan- en uitzetten.

Stap 9: de behuizing sluiten

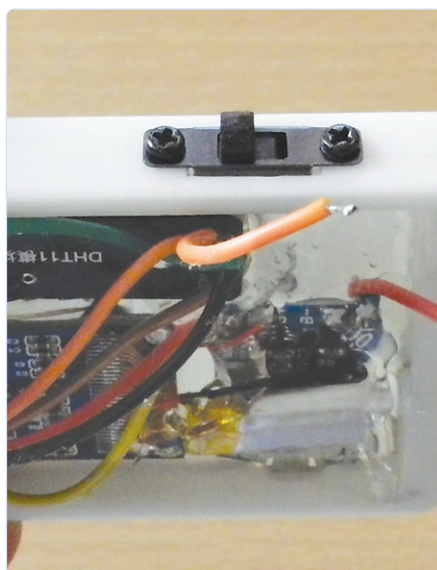
Nu moeten we de behuizing sluiten. Ik heb het deksel van de behuizing met een paar schroeven op zijn plaats bevestigd. Ik had al schroefgaten gemaakt in het ontwerp van de behuizing, dus dat was geen probleem! Zorg ervoor dat het deksel goed past, zodat het apparaat er professioneel uit ziet en gemakkelijk meegenomen kan worden! Ik heb mijn logo in het ontwerp van het deksel verwerkt om het geheel een fraaie en persoonlijke look te geven.

Stap 10: stoeien met code

Nu moeten we iets heel belangrijks doen en dat is software voor ons pocket-weerstation schrijven, want zonder de code voor



Afbeelding 6. De elektronica is met warme lijm in de behuizing gemonteerd.



Afbeelding 7. De schakelaar is aan de buitenkant van de behuizing bevestigd.

Sensordata

De DHT11 is een bekende vochtigheids- en temperatuursensor in de maker-scene. Het is niet het meest nauwkeurige exemplaar, maar is betaalbaar en gemakkelijk verkrijgbaar. De temperatuur- en vochtigheidsmetingen van de sensor

worden weergegeven en gebruikt om de zogenaamde hitte-index (heat index, [2]) te berekenen, de derde waarde die onderaan het display (met het label 'Feels') wordt getoond. Het is de temperatuur die door een persoon wordt ervaren bij een bepaalde combinatie van tempera-

tuur en relatieve vochtigheid; deze index wordt berekend in de Arduino DHT11-bibliotheek. Dit mag niet verward worden met de – wat beter bekende – chill-factor, waarbij ook de invloed van de windsnelheid in de berekening wordt meegenomen.

De Arduino-sketch

Bij projecten als deze werkt niets zonder de software, in dit geval de sketch voor de Arduino Nano. Voor veel populaire modules, IC's en sensoren zijn er kant-en-klare Arduino-bibliotheken beschikbaar om het leven van de programmeur gemakkelijker te maken. In de sketch van Aarav worden onder meer bibliotheken gebruikt voor grafische weergave op en aansturing van het OLED-display, en het uitlezen en verwerken van de DHT-sensorgegevens. De onderstaande listing toont de `setup()` en `loop()` functies van de sketch, waaruit blijkt dat er slechts heel weinig code nodig is om het weerstation te laten werken; het meeste werk wordt gedaan binnen de functies uit de bibliotheken. Er zijn twee statements nodig om de temperatuur en vochtigheid van de DHT11 uit te lezen, en een derde om de hitte-index uit de sensorgegevens te berekenen. De rest van `loop()` wordt gebruikt om de resulterende waarden op het scherm weer te geven. Het grootste deel van de sketch (dat niet is afgedrukt) is nodig om het logo van de auteur op het scherm weer te geven wanneer het apparaat wordt ingeschakeld of gereset. De sensorgegevens worden ook naar de seriële monitor van de Arduino IDE gestuurd voor debug-doeleinden.

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
  // SSD1306_SWITCHCAPVCC = generate display voltage from 3.3V internally
  if(!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C)) { // Address 0x3C for 128x64
    Serial.println(F("SSD1306 allocation failed"));
    for(;;); // don't proceed, loop forever
  }
  testdrawbitmap(); // draw the required image
  delay(1000);
}

void loop() {
  float h = dht.readHumidity();           // read humidity
  float t = dht.readTemperature();        // read temperature
  float hic = dht.computeHeatIndex(t, h, false); // compute heat index for temp in °C
  // Printing the results on the serial monitor
  Serial.print("Temperature = ");
  .....
}
```

Foutzoeken als er iets niet werkt

Als u dit leest, neem ik aan dat u het project hebt gebouwd. Het werkt, en dat is geweldig, of het werkt niet, en dat is ook geweldig omdat u dan niet alleen weet hoe u iets bouwt, maar ook hoe u het niet moet bouwen, en dat is erg nuttig om te weten.

OLED-display blijft leeg: u hebt ofwel uw OLED-display 'gebraden' of er zit

een fout in uw code, u bent bijvoorbeeld vergeten het display te initialiseren of u gebruikt een verkeerd I²C-adres voor het display. Controleer uw code en probeer uit te vinden of het display zelf in orde is. Als dat het geval is, probeer dan de code aan te passen.

Alle waarden zijn "NA": dit gebeurt als de temperatuursensor een probleem heeft. Het kan zijn dat u een fout hebt gemaakt

bij het aansluiten van de temperatuursensor op het Arduino-board. Controleer de verbindingen nog een keer. Als dat in orde is, dan is er waarschijnlijk een probleem met de sensor zelf. Probeer een ander exemplaar!

Werkt met USB-kabel maar niet met accu: in dit geval is er een probleem met uw accu of misschien met de aansluitingen daarvan!

Hardware – opmerkingen uit het Elektor Lab

Voor de compacte constructie van het Pocket Weather Station zoals Aarav dat heeft gebouwd, hebt u een Arduino Nano nodig zonder pinheaders, maar helaas: de beide Nano's uit mijn lab hadden die headers. Dan zijn de modules te hoog om in een platte behuizing in te bouwen en is het minder eenvoudig om aansluitdraden te solderen. Natuurlijk kunt u een module zonder pinheaders proberen te vinden, maar met een beetje zorg kunnen die headers worden verwijderd zonder het board te beschadigen. Knip de pinnen tot aan de plastic basis af met een kleine zijknijptang, en snij vervolgens het plastic weg. Soldeer tot slot de restanten van de pinnen uit het bord en verwijder het soldeer met

een desoldeerpomp en/of tinzuiglitze. De 6-pins ISP-header is wat lastiger, maar die kan op dezelfde manier worden verwijderd. Het 0,96"-display dat ik bestelde had ook een pinheader; ik heb die verwijderd om ruimte in de behuizing te besparen. Maar er kan een ander probleem met deze displays zijn: de meeste kunnen worden geconfigureerd voor een SPI- of I²C-interface, en die laatste is nodig voor dit project. Ik heb de fout gemaakt om de SPI-versie te bestellen, en hoewel het mogelijk is om de interface van deze module opnieuw te configureren, zou ik dat niet willen aanbevelen voor dit project. Niet alleen omdat het om SMD-solderen gaat, maar ook omdat er extra componenten en bedrading nodig zijn. Anders dan het Fritzing-schema van figuur 3 suggereert, gebruikte Aarav een

DHT11-module: een board dat niet alleen de DHT11 zelf bevat, maar ook (onder andere) een pull-up weerstand aan de data-uitgang. De interne pull-up weerstand van een Arduino Nano-ingang heeft mogelijk een te hoge waarde om een goede werking van de sensor te garanderen, dus een extra pull-up weerstand van 10k kan nodig zijn als u – zoals ik deed – een 'losse' DHT11-sensor gebruikt. Maar bij mijn prototype was dat niet nodig, het datasignaal zag er op een oscilloscoop mooi schoon uit. Hoewel de hardware relatief eenvoudig kan worden opgebouwd, zou ik adviseren om eerst de Arduino Nano te programmeren en het weerstation te testen alvorens de modules in de behuizing te lijmen. Het is dan gemakkelijker om eventuele (soldeer)fouten te corrigeren.

de Arduino, die daarmee alles stuurt, is ons apparaat gewoon een verzameling modules zonder functie. Dus gaan we het pocket-weerstation programmeren voor functionaliteit en maximale efficiëntie. De Arduino-sketch kan worden gedownload van de Elektor Labs-pagina bij dit project [1], maar als u dat wilt, kunt u ook zelf de handen uit de mouwen steken en de code zelf schrijven!

Stap 11: dat was het dan!

Nu hebben we een volledig functioneel pocket-weerstation. Het heeft een OLED-scherm zodat u optimaal van het weer kunt genieten. Het heeft ook een oplaadbare accu met een USB-laadaansluiting, en eerlijk gezegd gaat die accu behoorlijk lang mee, dus u hoeft hem maar zelden op te laden. Er is ook een Arduino Nano-poort voor het uploaden of aanpassen van de code (in de toekomst). De schakelaar aan de buitenkant is ook erg handig gebleken. Daarnaast zorgt het compacte ontwerp van het apparaat ervoor dat het zelfs in een kleine broekzak past! Nu

kunt u overal met het apparaat pronken en het als weerstation gebruiken. 

210394-03

Een bijdrage van

Idee, ontwerp en tekst: Aarav Garg
Illustraties: Aarav Garg,
Patrick Wielders, Luc Lemmens
Redactie: Luc Lemmens
Vertaling: Eric Bogers
Layout: Giel Dols

Vragen of opmerkingen?

Hebt u technische vragen of opmerkingen naar aanleiding van dit artikel? Stuur een e-mail naar de auteur via gargaarav79@gmail.com of naar de redactie van Elektor via redactie@elektor.com.



GERELATEERDE PRODUCTEN

- > **JOY-IT Nano V3 (SKU 18615)**
www.elektor.nl/18615
- > **Blue 0.96" OLED Display I2C 4-pin (SKU 18747)**
www.elektor.nl/18747
- > **Boek: The Ultimate Compendium of Sensor Projects (SKU 19103)**
www.elektor.nl/19103



WEBLINKS

- [1] Elektor Labs-pagina bij dit project: www.elektormagazine.nl/labs/pocket-weather-station
[2] Hitte-index (Engelstalig): https://en.wikipedia.org/wiki/Heat_index