

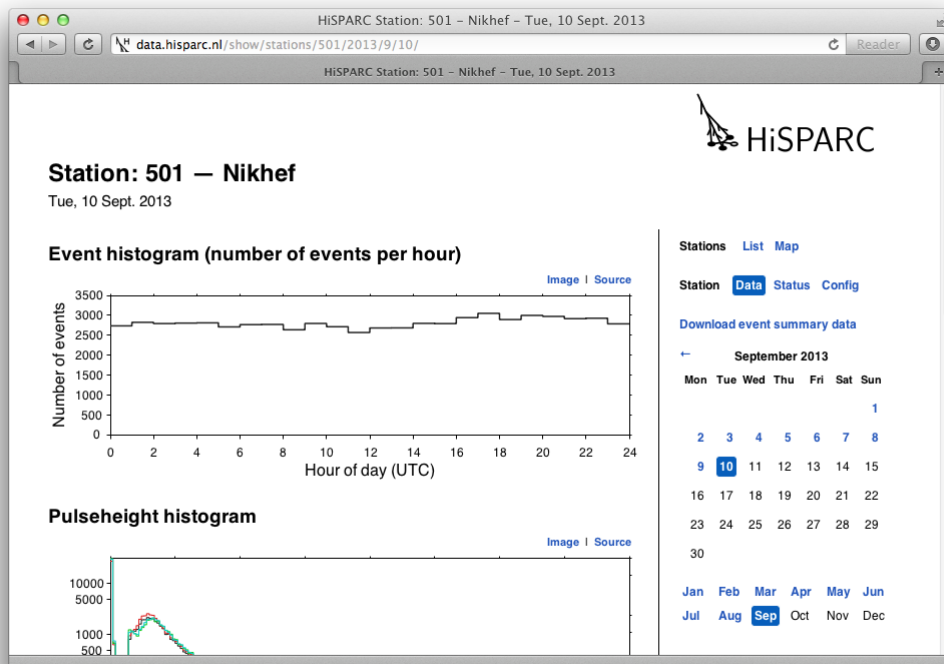
# Data verwerking met periodieke afhankelijkheden

N.G. Schultheiss

## 1 Inleiding

Het is mogelijk om gegevens van <http://data.hisparc.nl/> te halen. In deze module wordt uitgelegd hoe deze gegevens eenvoudig in een spreadsheet programma kunnen worden ingevoerd.

## 2 Het ophalen van data



Figuur 2.1: De data pagina van een station op <http://data.hisparc.nl/>

In Figuur 2.1 is het bovenste deel van een data pagina van station 501 op <http://data.hisparc.nl/> te zien. Hierin staat een histogram met het aantal coïncidenties in een uur tegen de tijd uitgezet. Deze informatie is ook als .tsv (tav separated values) bestand op te halen door op “Source” rechtsboven het histogram te klikken. In het bovenstaande scherm krijgen we dan het bestand in Figuur 2.2.

```

# HiSPARC eventtime histogram source
# Station: 501, data from 2015-9-23
#
# Please note: the 'bin' is the left bin edge. The width of the bin is 1
# hour. So bin 0 means between 0:00 and 1:00. Value means the number of
# events which were measured during 1 hour.
#
# This data contains the following columns:
# bin:   time [hour of day]
# value: number of events [counts]
#
# bin value
0 2651
1 2661
2 2610
3 2586
4 2517
...
19 2540
20 2377
21 2516
22 2433
23 2392

```

Figuur 2.2: Verkorte inhoud van een .tsv bestand van een HiSPARC eventtime histogram.

Dit bestand is direct in een spreadsheet te downloaden. In de kolom “bin” wordt aangegeven in welke periode er gemeten is. Een waarde “0” wil zeggen dat er van middernacht tot één uur gemeten is. In de kolom “value” is te zien dat er in dit geval 3657 coincidenties zijn geweest.

### 3 Eenvoudige verwerking van meetgegevens

In een spreadsheet kunnen we de gegevens van een HiSPARC-detector koppelen aan andere gegevens. Zo is het mogelijk om de gegevens van de zonsopkomst en zonsondergang in de spreadsheet in te voeren. Gelukkig meten we de tijd ten opzicht van de zon.

Het is vrij eenvoudig om de gemiddelde straling over een week te berekenen als we 7 dagen in 7 opeenvolgende kolommen zetten. Daarna is het gemiddelde per uur te bepalen in een achtste kolom. **Let op dat de detector in dit geval een week lang data heeft geleverd!** Als er in een histogram een dipje zit kan het zijn dat de detector een tijdje uit de lucht is geweest.

**Opdracht 1:** *Haal de gegevens van een meetstation voor een bepaalde dag op en plaats deze in een spreadsheetprogramma. Maak een grafiek van deze gegevens.*

**Opdracht 2:** *Haal de gegevens van een tweede meetstation op voor dezelfde dag en plaats deze ook in een spreadsheet.*

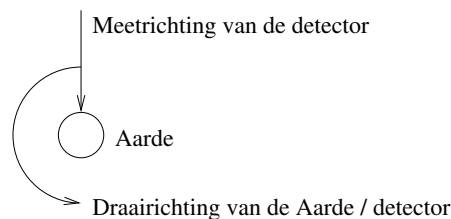
**Opdracht 3:** *Kopieer de gegevens van het tweede meetstation naast de gegevens van het eerste meetstation. Maak een kolom met de gemiddelde waarden van beide stations voor ieder uur. Maak een grafiek met de gemiddelde waarden tegen de tijd.*

We kunnen ook kijken of de stand van de maan invloed heeft op de kosmische straling. Dit is een stuk moeilijker. We moeten nu naar de tijd van bijvoorbeeld een nieuwe maan naar de volgende nieuwe maan kijken. Dit kan door alle metingen onder elkaar te zetten. Het gemiddelde is weer te vinden door een aantal kolommen voor een aantal “maanden” (van een nieuwe maan naar een volgende nieuwe maan) te maken en deze per uur te middelen.

**Opdracht 4:** *Maak een grafiek met daarin het aantal coincidenties tegen de tijd voor een maand.*

## 4 Gegevensverwerking doormiddel van correlatie

Het wordt pas ingewikkeld als we invloed van de sterren op de kosmische straling willen weten. Omdat de Aarde rond de Zon draait, zien we de sterren niet iedere dag op hetzelfde moment aan de hemel. We moeten in dit geval dus eigenlijk overstappen op de hemeltijd of siderische tijd in plaats van de zonnetijd (zie de module “De Hemel”).



Figuur 4.1: De Aarde in het heelal

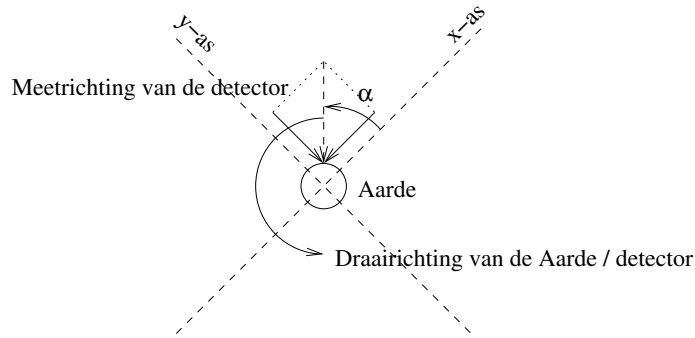
We kunnen op de volgende manier berekenen waar de meeste kosmische straling vandaan komt.

- We verdelen de hemel in vier kwadranten.
- We berekenen hoeveel straling uit een kwadrant komt. Dit kan door het ontbinden van een vector.
- Tegenoverliggende kwadranten worden nu positief en negatief.

De hoek van de Aarde in radialen is te berekenen met:

$$\alpha = 2\pi \frac{t}{T} \quad (4.1)$$

We kunnen de omlooptijd van de Aarde nu ook de tijd ten opzichte van de sterren nemen. Ten opzichte van de hemel draait de Aarde in 1 jaar 1 extra rondje.



Figuur 4.2: Het ontbinden van de meetgegevens

**Opdracht 5:** *Bereken de duur van een siderische dag in zonne-uren.*

We kunnen nu de meetgegevens voor ieder interval ontbinden met de formules:

$$\begin{aligned} Data_x &= Data * \sin(\alpha) \\ Data_y &= Data * \cos(\alpha) \end{aligned} \quad (4.2)$$

of:

$$\begin{aligned} Data_x &= Data * \sin(2\pi \frac{t}{T}) \\ Data_y &= Data * \cos(2\pi \frac{t}{T}) \end{aligned} \quad (4.3)$$

Als de gemeten kosmische straling op ieder moment hetzelfde is, zal de som van  $Data_x$  en  $Data_y$  over 1 periode  $T$  altijd 0 zijn. Is er echter op een bepaald tijdstip meer kosmische straling, dan wordt minstens één van beide sommen positief of negatief. Als  $Data_x$  positief is, dan zal er meer kosmische straling langs de positieve x-as komen, als  $Data_y$  positief is, dan zal er meer kosmische straling langs de positieve y-as komen. Als de som negatief is, komt er meer kosmische straling langs de negatieve as.

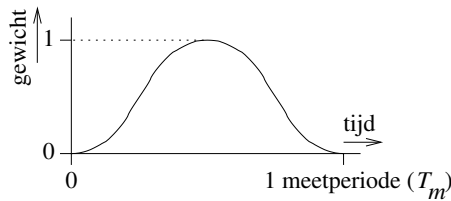
Al deze bewerkingen zijn in een spreadsheet programma te doen. Het is echter van belang om altijd een geheel aantal periodes te gebruiken, doe je dit niet dan krijg je een fout door het afbreken van de tijd. Verder moet je goed controleren of de gemeten waarden juist zijn. Is de detector bijvoorbeeld altijd aanwezig?

**Opdracht 6:** *Bereken hoeveel zonne-uren je minimaal nodig hebt om een geheel aantal siderische dagen te meten.*

We kunnen het afbreken minder zwaar mee laten wegen, door het begin en het eind minder zwaar te laten wegen. Officieel moet dit met een Gauss-kromme. Helaas is deze functie oneindig lang en hebben we niet zoveel gegevens. Een Gauss-kromme is bij benadering goed te benaderen met een "raised cosine":  $gewicht = \frac{1}{2}(1 - \cos(2\pi \frac{t}{T_m}))$ .

De procedure wordt nu dus:

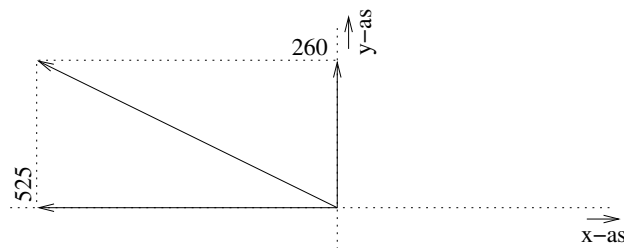
- Haal de gegevens van een station op.



Figuur 4.3: Een “raised cosine”

- Controleer of de gegevens over de periode kloppen. Is er ergens een dip in de gegevens dan is er iets vreemds aan de hand. Bekijk de dippen dus goed, misschien stond de detector uit.
- Bereken de duur van een siderische dag.
- Laat het begin en het eind van je metingen minder zwaar wegen door de metingen met een “raised cosine” te vermenigvuldigen.
- Bepaal de  $Data_x$  en  $Data_y$  component.
- Tel alle  $Data_x$  gegevens bij elkaar op. Doe dit ook voor  $Data_y$ .
- Is de som van beide gegevens 0 dan is er geen richting waar te nemen waarin er meer kosmische straling is.

Wat te doen als de som niet 0 is? Ik meet bijvoorbeeld voor  $\sum Data_x = -525$  en  $\sum Data_y = 260$ . Dit is natuurlijk in een assenstelsel weer te geven:



Figuur 4.4: Het resultaat

In Figuur 4.4 is de richting waaruit de kosmische straling komt te zien. De intensiteit van de extra kosmische straling moeten we nog vergelijken met de totale kosmische straling. Als we weten hoeveel coïncidenties er in het totaal in deze periode zijn geweest, is dit vrij eenvoudig te bepalen:

$$afwijking = \frac{\sqrt{\sum Data_x^2 + \sum Data_y^2}}{\sum Data} \% \quad (4.4)$$