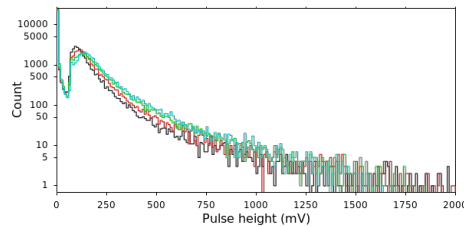


# 1 Systematische studie van simulaties in HiSPARC.

Het HiSPARC experiment bestaat uit een aantal (ongeveer 140) stations die elk bestaan uit of een tweetal of een viertal detectoren. De metingen die daarmee verricht worden kunnen op verschillende niveaus beschreven worden. Het eerste niveau is de simulatie van signalen als een kosmisch deeltje door de detector vliegt. Onze promovendus Kasper van Dam heeft hierin grote stappen gezet, en de simulatie op dit niveau nadert zijn eindpunt met de succesvolle beschrijving van de pulshoogte en -integraal spektra die te zien in de dagelijks geproduceerde controle plots op het web (zie bijvoorbeeld <http://data.hisparc.nl/show/stations/501/2017/7/27/>).



Figuur 1: Het pulshoogte spectrum zoals gemeten in het HiSPARC station 501 op 27 juli 2017. Dit station bestaat uit vier scintillator-platen en de daarbij horende fotobuizen. De verschillende kleuren geven aan van welk van de platen het signaal komt.

Een tweede niveau is de beschrijving van de gebeurtenissen als een kosmisch deeltje met hoge energie de atmosfeer binnendringt. In het begin ontstaan bij elke botsing meer deeltjes die in de vorm van een lawine naar het aardoppervlak *vallen*. Daar worden ze in de HiSPARC stations gedetecteerd. De fysika van dit proces wordt gesimuleerd in het programma CORSIKA, dat bruikbaar is tot de hoogste energie van 100 EeV. De HiSPARC kollaboratie beschikt over een bibliotheek van duizenden simulaties van deze showers met verschillende soorten primaire deeltjes, met verschillende energieën, en komend uit verschillende richtingen. Deze vormen de basis van de simulatie van de respons van een HiSPARC station op een shower. Met behulp van CORSIKA wordt het aantal, de richting, de tijd van aankomst en het soort deeltjes dat de detector treft, en de simulatie van Kasper geeft de resulterende signalen in elektronika.

De situatie zoals die nu is, is dat de beschrijving van één station redelijk goed werkt, hoewel kwalitatief nog niet in detail begrepen is. Over grotere oppervlakten, in de situatie dat er meerdere stations door dezelfde shower *beschenen* wordt, is de overeenstemming tussen de simulatie en waargenomen signalen slecht.

Het is de bedoeling van dit projekt om in samenwerking met de promovendus, tot een goede simulatie van grotere showers die een *voetafdruk* hebben met een

diameter van ongeveer 200 meter (primaire energie  $\approx 10^{16}$  eV), en een zenithoek van ongeveer  $30^\circ$ . De vragen die aan de orde kunnen komen zijn:

- zijn er voorwaarden om tot een goede rekonstruktie van de richting van de shower te komen? Hoeveel stations zijn er nodig? Moeten zij redelijk verdeeld zijn rond de core, of mogen zij bijvoorbeeld allemaal aan *dezelfde kant* van de core liggen?
- zelfde vragen voor de bepaling van de core.
- is de aanname van een vlak front houdbaar?
- hoe beïnvloeden de richtings- en core rekonstruktie elkaar?
- bestaat er een soort *fiducial volume* waar binnen een aantal (hoeveel?) stations zich moeten bevinden om een betrouwbare schatting van de richting van de shower te verkrijgen.

Ter vergelijking: Cascade Grande beschouwt ongeveer  $0.18 \text{ km}^2$  van de  $0.49 \text{ km}^2$  waarop de 37 stations verdeeld zijn, als het efficiënte gebied. Dat is ongeveer 36% van het gebied. De totale oppervlakte van de detektoren is slechts  $370 \text{ m}^2$  vergeleken met de totale oppervlakte van Cascade Grande,  $4.9 \cdot 10^5 \text{ m}^2$ , is dat slechts 0.0075% van de oppervlakte van Cascade Grande. Science Park heeft een oppervlakte van ongeveer  $5 \cdot 10^4 \text{ m}^2$ , waarop 10 stations met elk  $2 \text{ m}^2$  scintillator platen. Dat is een sample dichtheid van 0.004%. Het efficiënte gebied in Science Park zou dan geschat kunnen worden op ongeveer 20-40% van de totale oppervlakte van ongeveer  $5 \cdot 10^4 \text{ m}^2$ .

Om te lezen:

Corsika: <https://www.ikp.kit.edu/corsika/>

W.D. Apel et al. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 620 (2010) 202–216