

Een hotspot voor UHECR's: Zichtbaar met HiSPARC?

High-School Project on Astrophysics Research with Cosmics

S.I. Beijen, MSc



Een artikel over dit onderzoek is gepubliceerd in het Nederlands Tijdschrift voor Natuurkunde: December 2015, p. 438-441

Inleiding

In eerste instantie wordt er geen voorkeursrichting voor kosmische straling verwacht. In augustus 2014 is echter op basis van resultaten van het Telescope Array Experiment een hotspot gerapporteerd [1], met rechte klimming $146,7^\circ$ en declinatie $43,2^\circ$, voor kosmische straling met $E > 57 \cdot 10^{18}$ eV. Er is onderzocht of deze hotspot ook in de HiSPARC-data waargenomen kan worden.

Kosmische straling en HiSPARC

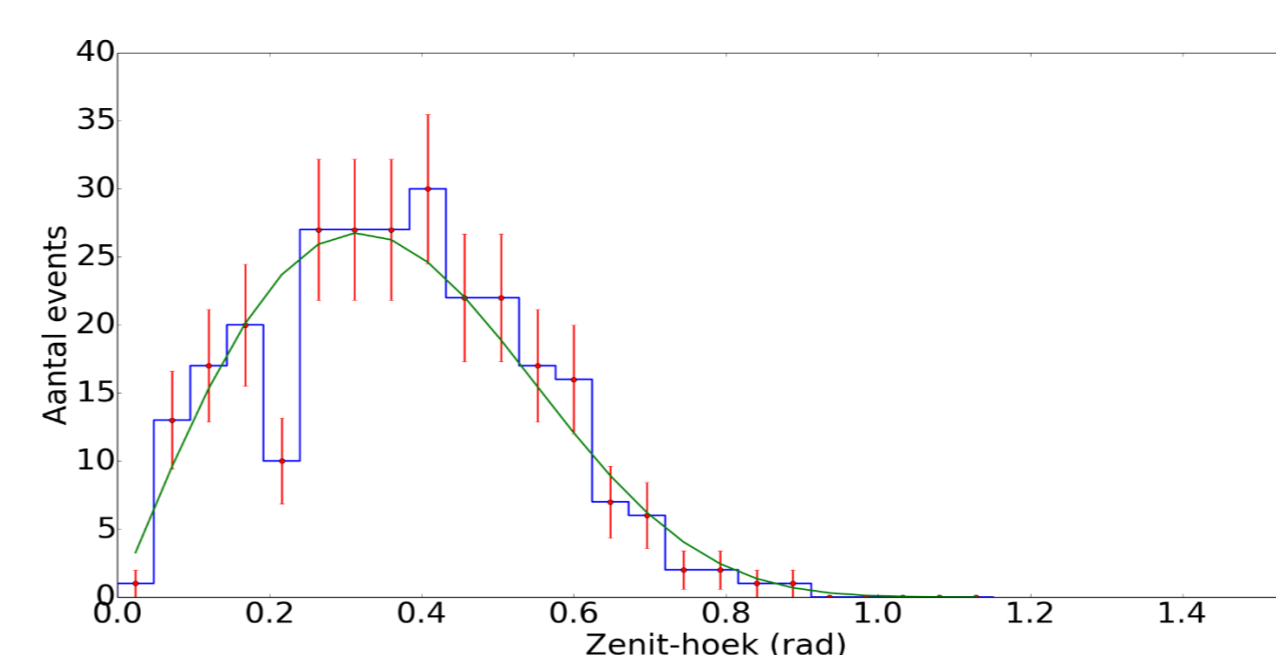
Op het dak van ongeveer 100 deelnemende middelbare scholen in Nederland is een HiSPARC-station geplaatst. Zo'n station bestaat uit twee of vier detectoren. Scintillatorplaten in deze detectoren registreren passerende deeltjes. Wanneer meerdere stations gelijktijdig een gebeurtenis (passerend(e) deeltje(s)) waarnemen kan dit als een *shower* worden aangemerkt. Door extra informatie zoals aankomsttijd, volgorde van afgaan van detectoren en de grootte van het signaal in de detectoren te registreren, kan er een uitspraak worden gedaan over karakteristieken van de shower, zoals de richting waaruit deze afkomstig was.

Voor meer informatie, zie www.hisparc.nl

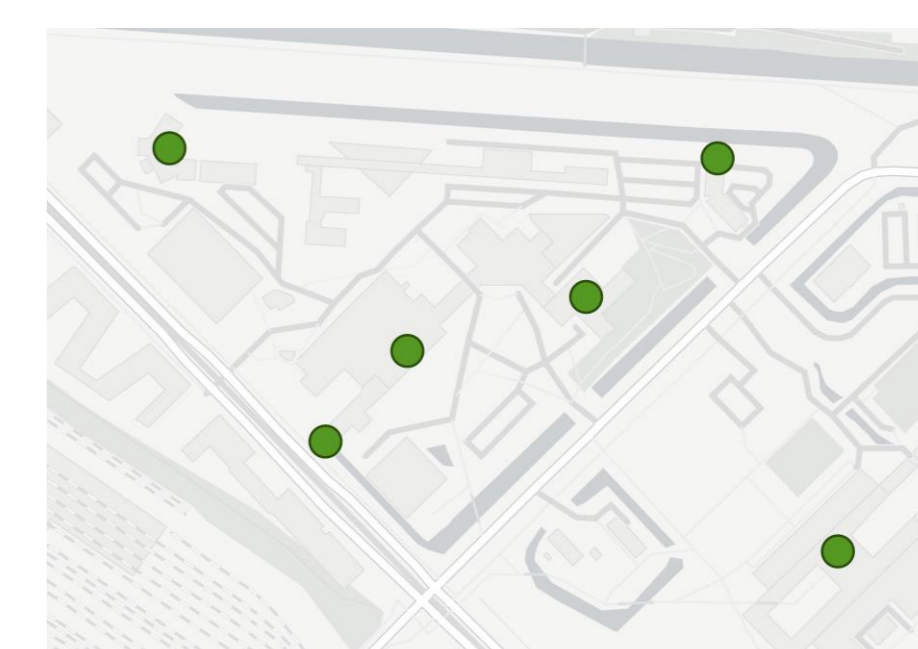


Werkwijze (De aanpak is gebaseerd op de analysemethode zoals gepresenteerd in [1])

- Selectie van hoog-energetische gebeurtenissen uit zes van de tien stations uit het cluster 'Science Park', zie ook figuur 2;
- Controle van de dataset op bekende verdelingen van onder andere zenit- en azimuthhoek, zie ook figuur 1;
- Gebeurtenissen weergegeven op de hemelbol met gebruik van equatoriale coördinaten, zie ook figuur 3a;
- Berekenen van de verwachte verdeling van gebeurtenissen over de hemel bij isotrope verdeling, zie ook figuur 3b;
- Gemeten gebeurtenissen en verwachte gebeurtenissen oversamplen met 20° , zie ook figuur 3c en 3d;
- Met behulp van het algoritme van Li en Ma [2] bepalen of de hoeveelheid gemeten gebeurtenissen significant afwijkt van de verwachte hoeveelheid gebeurtenissen.
- Controleren van het algoritme door de resultaten van het Telescope Array Experiment te reproduceren.



Figuur 1 – de zenitverdeling van de gemeten gebeurtenissen en de fit aan de theoretische beschrijving.



Figuur 2 – De gebruikte stations op het Science Park.

Resultaten

In de figuren 3a t/m 3d en figuur 4 zijn achtereenvolgens te zien: de gedetecteerde gebeurtenissen, de verwachte hoeveelheid gebeurtenissen, de oversampled data en de oversampled verwachting. Uit figuur 4 wordt duidelijk dat er geen significante afwijkingen (tot maximaal $\pm 3\sigma$) van de verwachting gedetecteerd zijn, ook niet op de door Telescope Array gerapporteerde positie [1]. Met andere woorden: met HiSPARC-stations uit het Science-Park zien we een isotrope verdeling van gebeurtenissen.

	Hoogte boven zeeniveau (km)	Minimale energie (EeV)	Hoeveelheid gebeurtenissen per 5 jaar	Meetoppervlak (km ²)
TA	1,40 [3]	57 [1]	72 [1]	762 [3]
HiSPARC	0,00	1	268	0,1

Tabel 1 - Verschillen tussen opstelling Telescope Array en HiSPARC

Discussie en vooruitblik

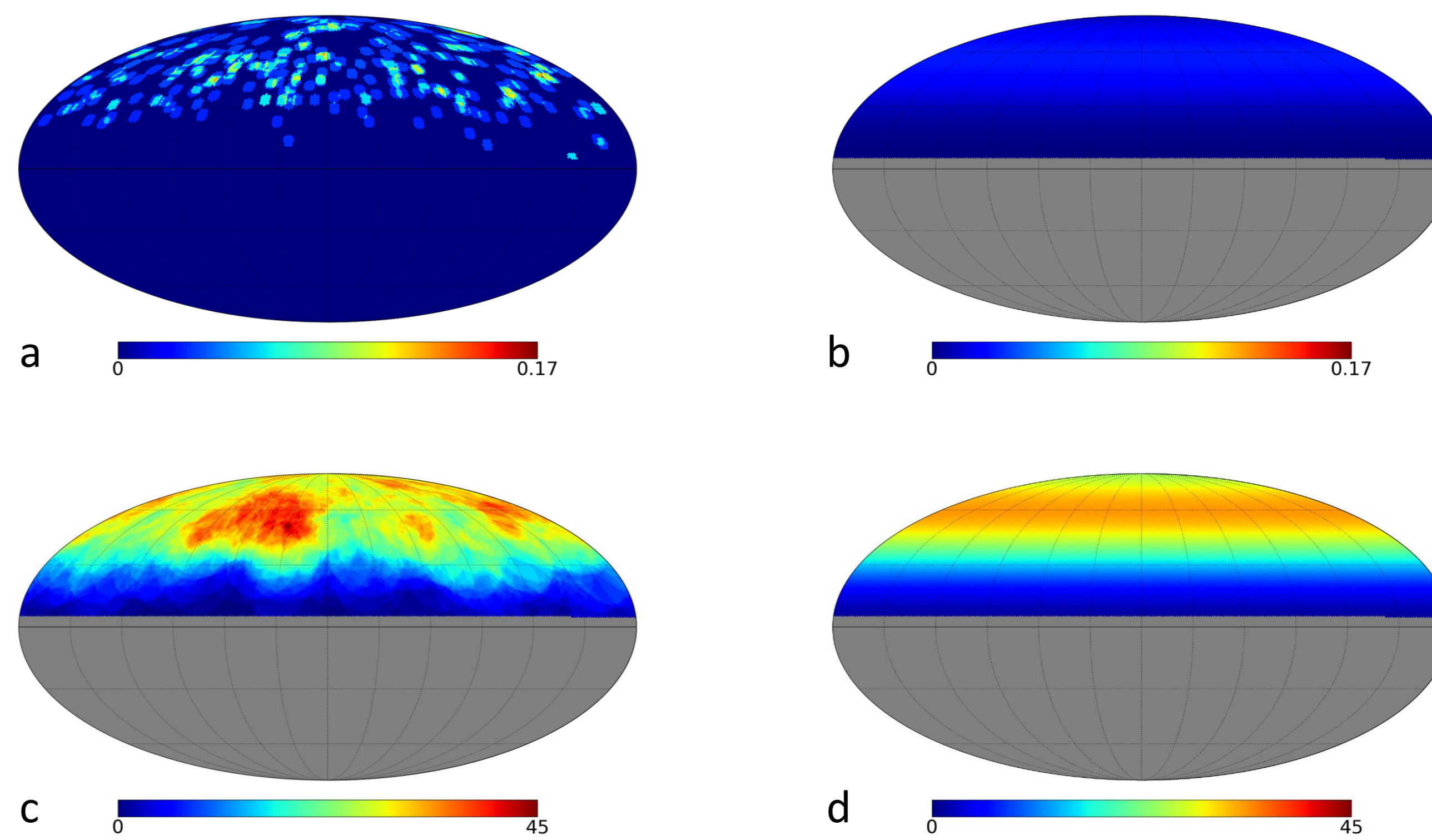
Er zijn verschillende redenen aan te wijzen die kunnen verklaren waarom de hotspot niet met HiSPARC zichtbaar is:

- Het feit dat de minimale energie van de deeltjes in de dataset lager ligt dan de minimale energie van Telescope Array (tabel 1). Op de ICRC34 in Den Haag is aangetoond dat de anisotropie voor lagere primaire energieën verdwijnt [5].
- De wijze van modellering van de verwachting en het daar wel of niet in meenemen van de zenithhoekverdeling is van invloed op de gevonden significantie.
- Het Telescope Array experiment ligt op 1400 m hoogte tegen HiSPARC op zeeniveau (tabel 1).
- Het meetoppervlak van het Telescope Array is vele malen groter (tabel 1).

Toekomstig onderzoek zal zich richten op gebruik van stations in het gehele HiSPARC netwerk in plaats van alleen de stations op het Science-Park.

Dankwoord

Ik dank de NWO en het Nikhef dat ze mij in de gelegenheid stelden dit werk te doen. Ik dank prof. dr. ing. B. van Eijk en A. de Laat, MSc voor alle geboden ondersteuning. Een speciaal woord van dank aan dr. J. Steijger, voor de kritische blik op het werk en het actief meedenken!

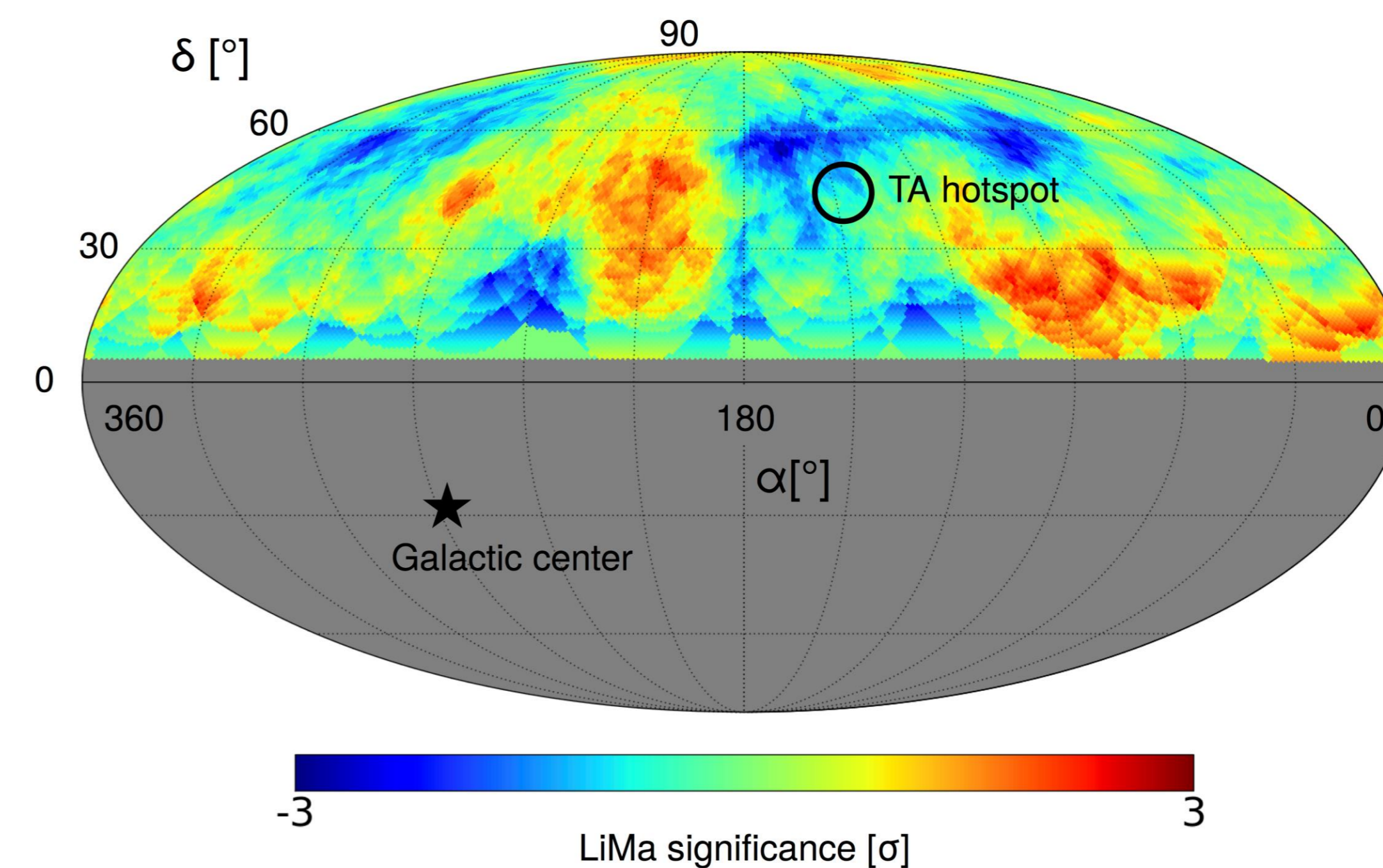


Figuur 3a - Weergave van de gemeten gebeurtenissen.

Figuur 3b - Verwachte hoeveelheden gemeten gebeurtenissen bij 268 gebeurtenissen.

Figuur 3c - Data na oversampling met 20° .

Figuur 3d - Gemodelleerde achtergrond na oversampling met 20° .



Figuur 4 – Significantiekaart op basis van HiSPARC-data.

Bronnen

1. R.U. Abbasi et al., *Astroph. J. Lett.* **790** (2014):L21, 2014 link naar data <http://iopscience.iop.org/2041-8205/790/2/L21/article> onder Table 1
2. T. Li en Y. Ma, *Astrophys. J.* **272** (1983) 317
3. T. Abu-Zayyad et al., *Nucl. Instru. Meth. Phys. Res. A* **689** (2012) 87
4. H. Kawai et al., *Nucl. Phys. B* **175-176** (2008) 221
5. C. Jui, Presentatie ICRC '15 Den Haag 04-08-2015