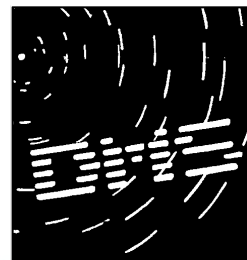


# Radiant

Journal of the Dutch Meteor Society



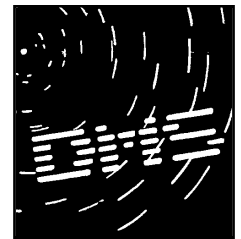
**In dit nummer:**

**De Bootiden van 2019**

**Jaaroverzicht CAMS 2019**

**Het Europees netwerk in Centraal Europa**

**JOURNAL OF THE DUTCH METEOR SOCIETY**  
*Twee maandelijks e-zine voor  
meteorenwaarnemers*  
**Februari 2020**  
**Jg. 42 nr. 1**



Radiant verschijnt zes maal per jaar.  
 Artikelen kunnen gestuurd worden naar:  
[hans.betlem@protonmail.com](mailto:hans.betlem@protonmail.com)

### Auteursinstructies

Artikelen in Word zonder opmaak. Illustraties als afzonderlijke documenten. Foto's in de hoogste resolutie.

Diagrammen, aangemaakt in Excel aanleveren in Excel bestand, samen met de brongegevens, dus niet als jpeg in een document plakken.

Geef in de documenten met een markering aan, waar illustraties een plaats moeten krijgen.

Internet links in teksten en referenties duidelijk aangeven.

Bijdragen worden ter teruglezing aan de auteur aangeboden.

### Voorplaat



Kijkje in een van de Digitale Autonome Vuurbolobservatoria. Deze volkomen autonoom werkende toestellen vormen het hart van het middeneuropese deel van het EN.  
 Meer hierover in deze Radiant.

### In dit nummer

De Quadrantiden in 2019: een mooie show <i>Koen Miskotte</i>	1
De alfa-Monocerotiden in 2019 <i>Koen Miskotte</i>	4
CAMS Benelux in 2019 <i>Carl Johannink</i>	7
CAMS BeNeLux: op zoek naar Februari $\eta$ -Draconiden <i>Carl Johannink</i>	9
Benelux vuurbollen 2018 en 2019 <i>Hans Betlem</i>	11
Het Europees Netwerk in Centraal Europa <i>Hans Betlem</i>	16
De Murchison meteoriet onder de loupe gelegd <i>Jean Marie Biets</i>	23
Uit de oude doos: 38 jaar geleden <i>Hans Betlem</i>	25

# De Quadrantiden in 2019: een mooie show



Koen Miskotte

## Inleiding

De Quadrantiden zijn altijd de eerste grote zwerm van het jaar. De zwerm vertoont een scherp maximum rond 4 januari dat helaas maar kort duurt. Daardoor zijn de aantallen Quadrantiden die jaarlijks zichtbaar zijn erg variabel. Valt het maximum overdag dan zul je in de nacht ervoor en erna veel minder zien dan wanneer het maximum in het tweede deel van de nacht valt. En dat kan zomaar vele honderden meteoren schelen.

Verder laat de zwerm ook nog eens wisselende maximale activiteit zien als gevolg van planetaire verstoringen.

Meestal piekt de zwerm met een ZHR van 80, maar er zijn ook jaren geweest dat de ZHR veel hoger lag. Tijdens de ijskoude en glasheldere nacht 3/4 januari 1995 lag de ZHR rond de 140 met tot in de ochtendschemering de ZHR boven de 100 [1, 2, 3]. De legendarische DMS-actie uit 1995 leverde ook een clou v.w.b. het moederlichaam van de Quadrantiden [4]. En in 2009 werd ook een ZHR van 140 waargenomen, ditmaal boven Amerika [6] en was de periode ervoor boven Europa ook al duidelijk dat de Quadrantiden actiever waren dan wat je normaal zou verwachten [5].

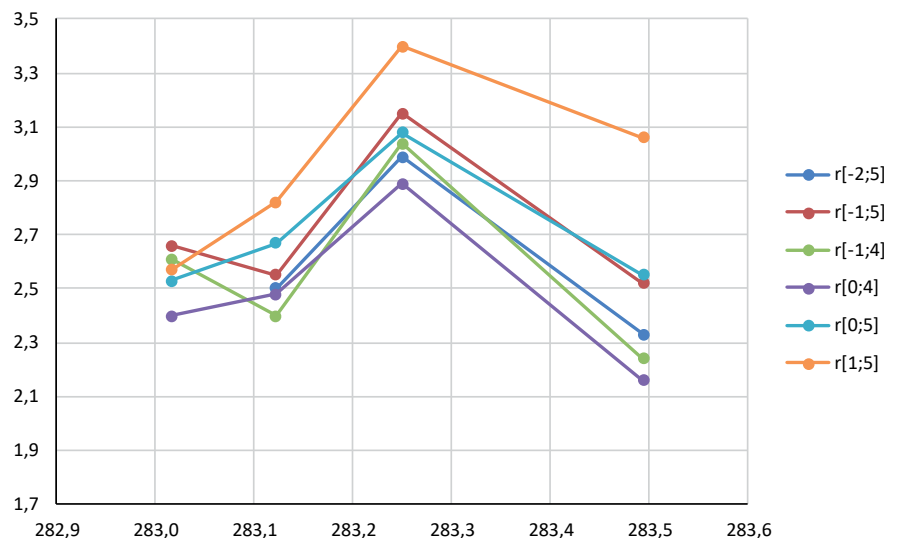
De astronomische verwachting voor de Quadrantiden was in 2019 vooral voor Europa goed met een voorspeld maximum op 4 januari rond 02:00 UT. Helaas werkt het weer in januari zelden mee. Zo ook in 2019, vanuit de Benelux kon alleen in de avond een paar uren waargenomen worden toen de radiant nog laag in het noordwesten en noorden stond, helaas trok het na 23 UT dicht als gevolg van een inkomende zwakke storing. Op de IMO-site is te zien dat de Quadrantiden een maximale ZHR hadden van 116 op 4 januari 2019 om 02:20 UT en daarna dalend naar 80 aan het einde van de nacht. In totaal werden door 35 waarnemers 1993 Quadrantiden gerapporteerd aan IMO. Genoeg voor een uitgebreide analyse!

## Data verzamelen

De data werd verzameld via de IMO-site en werd meteen gecheckt op grensmagnitude (afgerond minimaal 5,9) en of van de betreffende waarnemer een goede  $C_p$  bepaling beschikbaar was. Na invoering van alle data bleken er 1761

Time	3/4 januari 2019			
	23:00 UT	01:30 UT	04:30 UT	10:15 UT
$\lambda$	283,016	283,122	283,250	283,494
$r[-2;5]$	^	2,5	2,99	2,33
$r[-1;5]$	2,66	2,55	3,15	2,52
$r[-1;4]$	2,61	2,4	3,04	2,24
$r[0;4]$	2,4	2,48	2,89	2,16
$r[0;5]$	2,53	2,67	3,08	2,55
$r[1;5]$	2,57	2,82	3,4	3,06

Tabel 1. Alle populatie index  $r$  waarde bepalingen 3/4 januari 2019.



Figuur 1. Verloop populatie index  $r$  waarden in de nacht 3/4 januari 2019.

$r[-2;5]$	$r[-1;5]$	$r[-1;4]$	$r[0;4]$	$r[0;5]$	$r[1;5]$
2,73	2,78	2,54	2,52	2,85	3,11

Tabel 2. Populatie index  $r$  voor de periode 3 januari 2019 23:00 UT en 4 januari 2019 12:00 UT.

Quadrantiden in het spreadsheet te zitten. Eenmaal in het spreadsheet werd ook gekeken naar de radiant hoogte, alle data met lagere radiantstanden dan afgerond 25 graden werden verwijderd. Gelukkig vielen weinig meteoren af. Voor de uiteindelijke analyse bleven 1749 Quadrantiden over.

Voor zowel de populatie index  $r$  en ZHR wordt de data gecheckt op verschillende criteria. Dat is ook de reden waarom voor de populatie index  $r$  minder meteoren werden gebruikt dan in de uiteindelijke ZHR-berekeningen.

### Populatie index $r$

Om een goede ZHR-bepaling te kunnen doen moet eerst de populatie index  $r$  berekend worden. Daarvoor werden eerst de magnitude distributies gecheckt van alle waarnemers. Daarbij is de regel dat het verschil tussen grensmagnitude en de gemiddelde magnitude van de waargenomen meteoren niet groter mag zijn dan magnitude 4,0. In totaal werden 1570 Quadrantiden in het spreadsheet ingevoerd, maar na verwerking bleven er 1283 over om de populatie index  $r$  te bepalen. De resultaten van deze berekeningen staan in tabellen 1 en 2 en figuur 1.

Het verloop is wel een beetje wat je zou verwachten. Enkel de vrij hoge populatie index  $r$  op 4 januari 04:30 UT past niet helemaal in het plaatje. Duidelijk is wel dat de populatie index  $r$  boven Amerika het laagste is, iets wat je zou verwachten bij de Quadrantiden in 2019. De heldere Quadrantiden verschijnen immers na het maximum.

Uiteindelijk is er voor gekozen om de voor deze nacht een vaste  $r$  waarde te gebruiken, bepaald op basis van  $r[-2;5]$  en alle Quadrantiden waargenomen tussen 3 januari 2019 23 UT en 4 januari 2019 12 UT. In totaal werd uit 1283 Quadrantiden een populatie index  $r$   $2,73 \sim 0,05$  [7] berekend. De nacht 2/3 januari werden te weinig Quadrantiden waargenomen om een goede populatie index  $r$  te berekenen. De gemiddelde magnitude lag die nacht een stukje lager dan 3/4 januari. Om die reden werd de populatie index  $r$  voor die nacht op  $r=3,00$  gehouden.

### ZHR

De uiteindelijke ZHR-berekening werd gedaan op basis van  $r=2,73$  voor de nacht 3/4 januari en voor de nacht 2/3 januari werd  $r=3,00$  aangehouden.

Year	Month	Day	t/m UT	$\lambda$	n Bins	N	ZHR	Dev	$r[-2;5]$	OBS
2019	1	3	3,15	282,173	2	8	5,0	1,8	3,00	2
2019	1	3	4,26	282,220	3	20	7,2	1,6	3,00	2
2019	1	4	0,67	283,088	7	78	94,9	10,7	2,73	5
2019	1	4	1,09	283,106	14	164	97,8	7,6	2,73	6
2019	1	4	1,56	283,125	16	281	109,5	6,5	2,73	6
2019	1	4	2,06	283,146	20	417	119,0	5,8	2,73	6
2019	1	4	2,53	283,167	24	504	110,2	4,9	2,73	6
2019	1	4	2,94	283,183	21	471	100,8	4,6	2,73	6
2019	1	4	3,51	283,208	18	448	92,3	4,4	2,73	5
2019	1	4	3,97	283,227	17	353	83,8	4,5	2,73	5
2019	1	4	4,51	283,250	18	369	86,8	4,5	2,73	6
2019	1	4	4,82	283,263	12	214	86,7	5,9	2,73	4
2019	1	4	6,54	283,337	3	30	70,6	12,9	2,73	1
2019	1	4	10,30	283,496	1	28	37,9	7,2	2,73	1
2019	1	4	11,25	283,537	1	13	17,3	4,8	2,73	1

Tabel 3. ZHR Quadrantiden 2019.

In totaal werden 1530 Quadrantiden gebruikt om de ZHR te berekenen. Er werd gebruik gemaakt van 15 - 20 minuten tellingen. Sommige waarnemers leverden kortere telperioden in, deze werden samengevoegd. Het resultaat is te zien in tabel 3 en figuur 2. Duidelijk is een piek in ZHR zichtbaar op zonnelongte 283,15, dat is rond 02:05 UT. Dit tijdstip ligt zeer dicht bij het tijdstip van de on the fly curve op de IMO-site. Met een ZHR van 120 is dit een fraaie terugkeer van de zwerm en vergelijkbaar met de returns uit 1995 en 2009.

In figuur 3 is de curve uit 1995 toegevoegd (eigen analyse). Ondanks het feit dat de 1995 Quadrantiden curve bepaald is op basis van 1 uur tellingen en die van 2019 op basis van 20 minuten tellingen er enige overéénkomst. De piek valt in 1995 wel wat later in zonslengte.

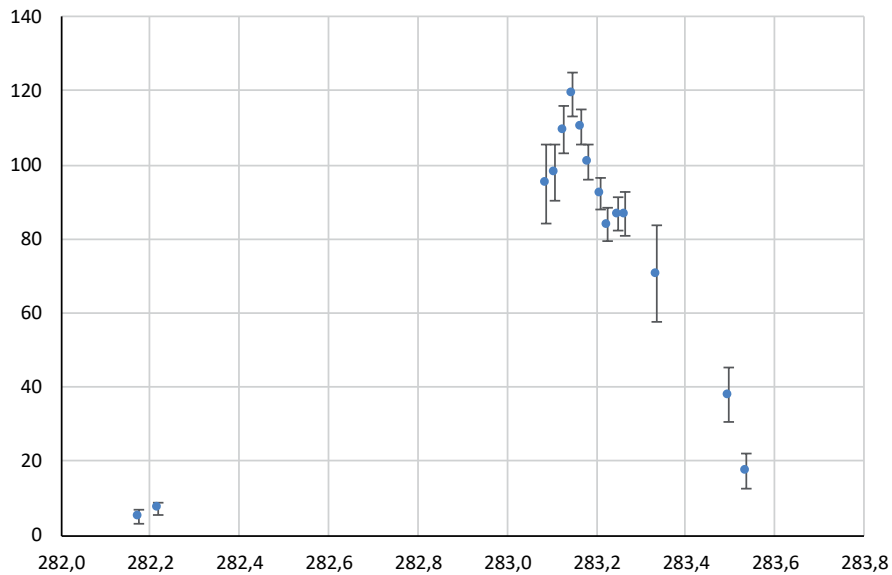
### Conclusie

2019 was een goed Quadrantiden jaar, waarbij de maximale ZHR rond de 120 uitkwam. Het tijdstip van het maximum was vrijwel op het voorspelde tijdstip 4 januari 2019 rond 02:00 UT. Het verdient

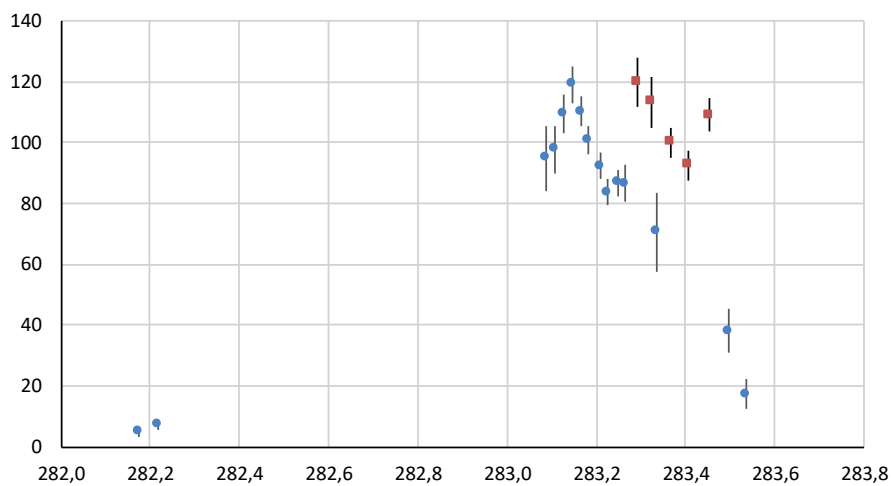
de aanbeveling om met deze zwerm in hoogste activiteit in telperioden van 5 minuten te werken.

### Dankwoord

Een woord van dank voor alle waarnemers die de Quadrantiden van 2019 waarnamen. Dit waren: Orlando Benitez Sanchez, Larry Black, Martin Davies, Michel Deconinck, Sietse Dijkstra, Kai Gaarder, Gerardo Jiménez López, Károly Jónás, Javor Kac, Omri Katz, André Knöfel, Selma Koelers, Anna Levin, Ole Lit, Pierre Martin, Fabrizio Melandri, Shai Mizrahi, Arash Nabizadeh Haghighi, Francisco Ocaña González, Jonas Plum, Pedro Pérez Corujo, Ella Ratz, Jurgen Rendtel, Branislav Savic, Kai Schultze, Costantino Sigismondi, Ulrich Sperberg, Hanjie Tan, István Tepliczky, Shigeo Uchiyama, Peter van Leuteren, Hendrik Vandenbruaene, Michel Vandeputte, Valentin Velkov, Thomas Weiland, Ariel Westfried, Patrick Wullaert en Sabine Wächter. Ook een woord van dank naar Carl Johannink, Paul Roggemans en Michel Vandeputte voor de nuttige op- en aanmerkingen op dit artikel.



**Figuur 2.** ZHR Quadrantiden op 3 en 4 januari 2019.



**Figuur 3.** Quadrantiden ZHR curven uit 1995 en 2019.

## Referenties

- [1] Ter kuile, C., Historische Boötidenactie te Biddinghuizen!, Radiant 17-1, p. 21-28.
- [2] Van Vliet M., Bootiden 1995: Visuele waarnemingen.
- [3] Langbroek M, Een zeldzaam mooi Boötidenmaximum, Zenit april 1995, p. 178-179.
- [4] Jenniskens P., Quadrantids 2003 EH and the Quadrantid Shower, WGN 32/1 (2004) p.7-10.
- [5] Vandeputte M., Quadrantiden vanuit Ermelo, eRadiant 2009-1, p. 10-13.
- [6] Johannink C., Miskotte K., De Quadrantiden in 2009: een leuke verrassing!, eRadiant 2009-2, p. 43-50.
- [7] Steyeart C., Populatie indexbepaling: methode en nauwkeurigheid, Technische Nota nr. 5 VVS Werkgroep Meteoren, september 1981

# De alfa Monocerotiden in 2019

Koen Miskotte



## Inleiding

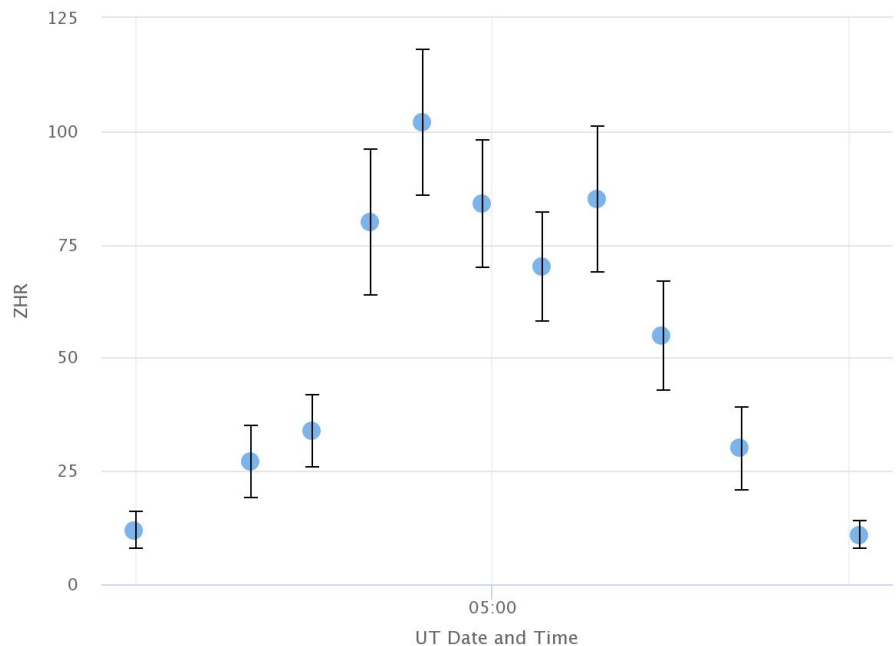
In het boek *Meteorshowers and Their Parent Comets* [1] pag. 617 geeft Peter Jenniskens aan dat er een kans is op activiteit van de alfa Monocerotiden gedurende de nacht 21/22 november 2019. Recentere berekeningen van Jenniskens en Lyytinen in [2] gaven echter aan dat er wellicht een grotere kans op activiteit zou zijn dan eerder werd aangenomen.

Enkele weken voor 22 november werd dit kenbaar gemaakt via o.a. Meteornews [2]. Er was ook veel aandacht in de pers voor deze mogelijke uitbarsting, helaas werd hierover vaak “over the top” geschreven. Eén artikel beloofde zelfs duizenden meteoren! De echte meteorwaarnemers weten natuurlijk dat de korte periode waarin het allemaal plaats zou gaan vinden ervoor zou zorgen dat er hooguit enkele tientallen exemplaren zichtbaar zouden zijn.

Helaas was het weer een spelbreker in de BeNeLux. Enkel het zuidelijk deel van de BeNeLux kende wat opklaringen rond de maximale activiteit. Dit resulteerde toch nog in één simultane Alfa Monocerotide voor het CAMS BeNeLux netwerk [3].

## Werkwijze

Allereerst werd natuurlijk de bekende IMO website ([www.imo.net](http://www.imo.net)) bezocht om te kijken wat er aan data beschikbaar was. Dat was nogal weinig, met dank aan het slechte weer. 25 waarnemers rapporteerden 273 Alfa Monocerotiden. Kijken we naar de on the fly grafiek met de zogenaamde piek periode dan wordt een maximale ZHR gevonden van 102 precies op het verwachte tijdstip van de uitbarsting (22 november 04:54 UT, zie figuur 1.) . Dit op basis van 238 AMO's. Voor deze grafiek is de minimale grensmagnitude op 5,0 gezet met een aangenomen populatie index  $r$  van 2.5. Opvallend was dat in eerste instantie gemeld werd dat visueel de aantallen tegenvielen, terwijl de video systemen die actief waren onder goede omstandigheden toch mooie activiteit opmerkten [3]. Dit heeft vermoedelijk grotendeels te maken met het feit dat in



Figuur 1. ZHR curve AMO's van de IMO website

[https://www.imo.net/members/imo\\_live\\_shower?shower=AMO&year=2019](https://www.imo.net/members/imo_live_shower?shower=AMO&year=2019)

Europa de schemering startte rond het moment van de verwachte maximale activiteit. Visuele waarnemers hebben hier meer last van dan video systemen. Ook zijn de radianthoogten beperkt in met name midden en noord Europa. Er waren ook drie waarnemers actief op de Canarische eilanden en konden zij nog flink wat data toevoegen na 5:15 UT, het moment waarop in het grootste deel van Europa de hemel te licht wordt. Ondergetekende heeft deze uitbarsting helaas niet gezien en dat is best jammer. Het was in 1995 dat de auteur samen met Peter Jenniskens, Marco Langbroek, Jos Nijland, Casper ter Kuile en Robert Haas de mooie uitbarsting van de alfa-Monocerotiden kon waarnemen. Desondanks wilde ondergetekende eens een poging wagen om te kijken of er een

ZHR curve te maken was uit de aan IMO gerapporteerde data. Alle data werd zorgvuldig bekeken op radianthoogte (minimaal 25 graden hoogte), grensmagnitude en of er een cp bepaling van de desbetreffende waarnemer aanwezig was. De grens voor de minimale grensmagnitude werd gesteld op 5,6 , dit is 0,3 magnitude lager dan wat de auteur normaal aanhoudt. Dit was nodig omdat er anders teveel waarnemingen weg zouden vallen door de schemering. Het is jammer dat de meeste waarnemers rapporteerden/telden in perioden van drie, vijf of meer minuten. Beter is het om met dit soort zeer kortstondige zwerm uitbarstingen 1 minuten tellingen te doen. Zodoende kan de verwerker achteraf zelf de

telperioden bepalen en in overlappende perioden ZHR punten berekenen.

Nog een probleem was dat er relatief weinig waarnemers met een bekende Cp actief waren. Van twee waarnemers zonder bekende Cp is daarom ook de data gebruikt omdat zij een respectabel aantal AMO's waarnamen onder goede condities. Voor één waarnemer werd de Cp op 1,0 gezet, zijn waarnemingen bleken mooi vergelijkbaar met die van andere waarnemers die op hetzelfde moment actief waren. Hetzelfde gold voor een tweede waarnemer waarvan de cp op 2 werd gezet waardoor de gevonden ZHR waarden ook mooi in de pas liep met waarnemingen van andere waarnemers rond hetzelfde tijdstip.

### Populatie index $r$

Door de schaarse visuele waarnemingen is helaas geen verloop in  $r$  waarde te behalen. Daarom werden alle waarnemingen met een minimale grensmagnitude van afgerond 5,6 gebruikt. Op basis van 145 AMO's werd zo de populatie index  $r$  bepaald.

Zie tabel 1.

Aangezien  $r [0;5]$  het grootste aantal AMO's bevat is besloten de  $r$  op 3,00  $\sim 0,18 [4]$  te houden.

$r [0;4]$	3,04
$r [0;5]$	2,98
$r [1;5]$	2,67

Tabel 1. Populatie index  $r$  AMO's 2019

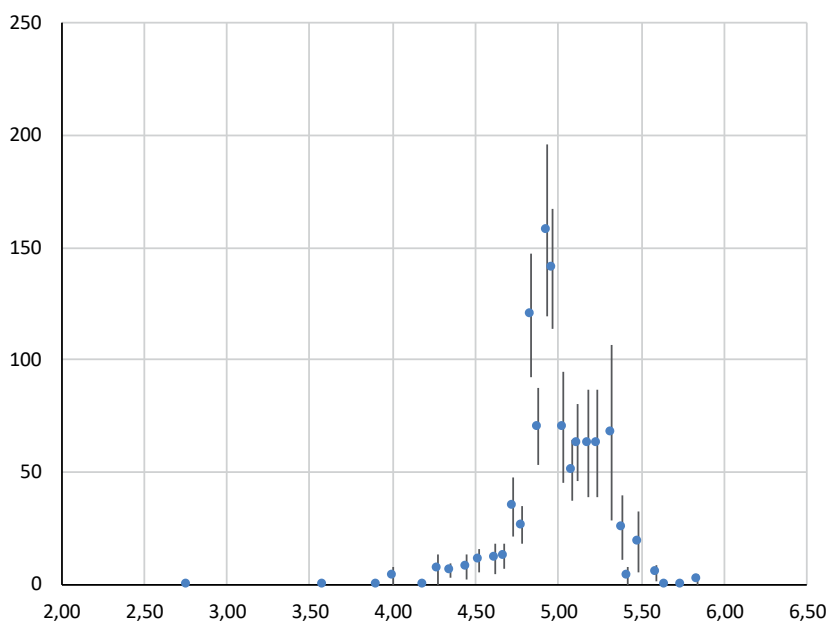
### ZHR

Hiervoor werden alle waarnemingen geselecteerd waarvan de radianthoogte minimaal 25 graden was en de minimale grensmagnitude werd op 5,6 bepaald in verband met de oprukkende schemering ten tijde van deze uitbarsting. In totaal werden 179 AMO's gebruikt in deze analyse.

Zoals eerder genoemd werden de waarnemingen meestal gerapporteerd op basis van 3, 5 of meer minuten tellingen. Het probleem van drie of meer minuten tellingen bij dit soort kortstondige flinke uitbarstingen is, is dat in de laatste minuut de activiteit verdubbeld of meer kan zijn dan ten tijde van de eerste minuut. Daarnaast is ook het midden tijdstip van de gebruikte waarnemingen een probleem. Waarnemingen die dan een paar minuten uit elkaar liggen kunnen al een



Figuur 2. ZHR curve alfa Monocerotiden 21/22 november 2019 op basis van tabel 2.



Figuur 3. ZHR curve alfa Monocerotiden 21/22 november 2019 op basis van tabel 2.

aanzienlijk verschil in ZHR opleveren. Om deze problemen enigszins te tackelen werd de periode 04:00 tot 05:30 UT opgesplitst in tijdsblokkjes van 6 minuten en de periode 4:36 tot 5:15 UT zelfs in tijdsblokkjes van 3 minuten. Alle ZHR bepalingen die binnen één bepaald tijdsblokkje vielen werden vervolgens gemiddeld (gewogen gemiddelde) Uiteindelijk leverde deze manier van werken tabel 2 en figuren 2 en 3 op. Zoals te zien in figuren 2 en 3 begint de echte activiteit rond 4:15 UT en loopt langzaam op van ZHR 6 naar ZHR 12 rond 4:40 UT, dan zet een snelle stijging in met een maximum even voor 5 UT met een ZHR van 160. Daarna daalt ZHR weer

naar 50 rond 5:05 UT om vervolgens enkele minuten stabiel te blijven op 60+ en als laatste een klein piekje rond 5:20 UT met een ZHR van 70 en dan snel dalend naar 10-20 rond 5:30 UT. Om 5:40 UT lijkt de activiteit voorbij, maar de schemering kwam ook opzetten.

De nachten voor en na de uitbarsting werden door een aantal visuele waarnemers uit Israel en Duitsland ook activiteit gemeld van de AMO's. Dit is ook bevestigd door CAMS waarnemingen.

Year	Month	Day	t/m UT	Sol. Long. eq 2000.0	N periods	N	Stream	wort.	ZHR	±	r[-2;5]	OBS
2019	11	22	2,758	239,217	1	0	AMO	0,00	0,0	0,0	3	1
2019	11	22	3,583	239,252	1	0	AMO	0,00	0,0	0,0	3	1
2019	11	22	3,908	239,266	1	0	AMO	0,00	0,0	0,0	3	1
2019	11	22	4,000	239,270	1	1	AMO	1,00	3,7	3,7	3	1
2019	11	22	4,183	239,277	1	1	AMO	1,00	0,0	0,0	3	1
2019	11	22	4,270	239,281	3	1	AMO	1,00	6,7	6,7	3	3
2019	11	22	4,352	239,285	5	3	AMO	1,73	5,8	3,3	3	4
2019	11	22	4,447	239,289	3	2	AMO	1,41	7,7	5,4	3	2
2019	11	22	4,525	239,292	5	4	AMO	2,00	10,6	5,3	3	4
2019	11	22	4,619	239,297	4	3	AMO	1,73	11,3	6,5	3	3
2019	11	22	4,668	239,297	5	5	AMO	2,24	12,6	5,6	3	4
2019	11	22	4,730	239,300	5	7	AMO	2,65	34,6	13,1	3	4
2019	11	22	4,776	239,302	6	10	AMO	3,16	26,3	8,3	3	6
2019	11	22	4,833	239,305	6	19	AMO	4,36	120,0	27,5	3	4
2019	11	22	4,873	239,306	5	17	AMO	4,12	70,0	17,0	3	5
2019	11	22	4,927	239,309	5	17	AMO	4,12	157,5	38,2	3	4
2019	11	22	4,962	239,310	6	28	AMO	5,29	140,7	26,6	3	6
2019	11	22	5,031	239,313	6	8	AMO	2,83	69,6	24,6	3	5
2019	11	22	5,079	239,315	4	14	AMO	3,74	50,8	13,6	3	4
2019	11	22	5,119	239,317	5	13	AMO	3,61	63,0	17,5	3	4
2019	11	22	5,175	239,319	2	7	AMO	2,65	62,9	23,8	3	2
2019	11	22	5,229	239,321	2	7	AMO	2,65	62,9	23,8	3	2
2019	11	22	5,325	239,324	1	3	AMO	1,73	67,4	38,9	3	1
2019	11	22	5,383	239,328	2	3	AMO	1,73	25,2	14,5	3	2
2019	11	22	5,421	239,330	2	1	AMO	1,00	3,9	3,9	3	2
2019	11	22	5,479	239,332	2	2	AMO	1,41	19,1	13,5	3	2
2019	11	22	5,586	239,336	3	2	AMO	1,41	4,9	3,5	3	3
2019	11	22	5,642	239,339	1	0	AMO	0,00	0,0	0,0	3	1
2019	11	22	5,742	239,342	2	0	AMO	0,00	0,0	0,0	3	2

**Tabel 2.** ZHR alfa Monocerotiden 21/22 november 2019.

### Conclusie

Ondanks het feit dat er niet zo heel veel data beschikbaar was voor deze analyse, lijkt dit toch een acceptabel resultaat te zijn. Maximale activiteit net even voor 5:00 UT op 22 november 2019 met een ZHR van 160. Een snelle toename, gevolgd door een iets minder snelle afname.

### Dankwoord

Een enorm woord van dank aan alle waarnemers die de alfa Monocerotiden hebben waargenomen. Dit zijn:

Alexandre Amorim, Orlando Benitez Sanchez, Riziele Correa da Silva, Michel Deconinck, Paul Gray, Ian Grech, Jan Hattenbach, Gabriel Hickel, Kamil Hornog, Javor Kac, Pete Kozich, Anna Levin, Alexandr Maidik, Pierre Martin, Koen Miskotte, Sirko Molau, Pedro Pérez Corujo, Ina Rendtel, Terrence Ross, Kai Schutze, Tamara Tchenak, Daniel Verde Van Ouytsel, Thomas Weiland, Roland Winkler en Oliver Wusk.

Ook een woord van dank aan Carl Johannink, Michel Vandeputte en Paul Roggemans voor het nalezen van dit artikel en het geven van suggesties voor deze analyse.

### Referenties

- [1] Jenniskens P., Meteorshowers and their Parent Comets, Cambridge University Press
- [2] Lyytinen E., Jenniskens P., Likely alpha Monocerotids (AMO#246) outburst on the morning of November 22, 2019.
- [3] Roggemans, P., Howell A., Gulon T., alpha Monocerotids activity but no spectacular outburst
- [4] Steyeart C., Populatie indexbepaling: methode en nauwkeurigheid, Technische Nota nr. 5 VVS Werkgroep Meteoren, september 1981.



# CAMS BeNeLux in 2019

Carl Johannink



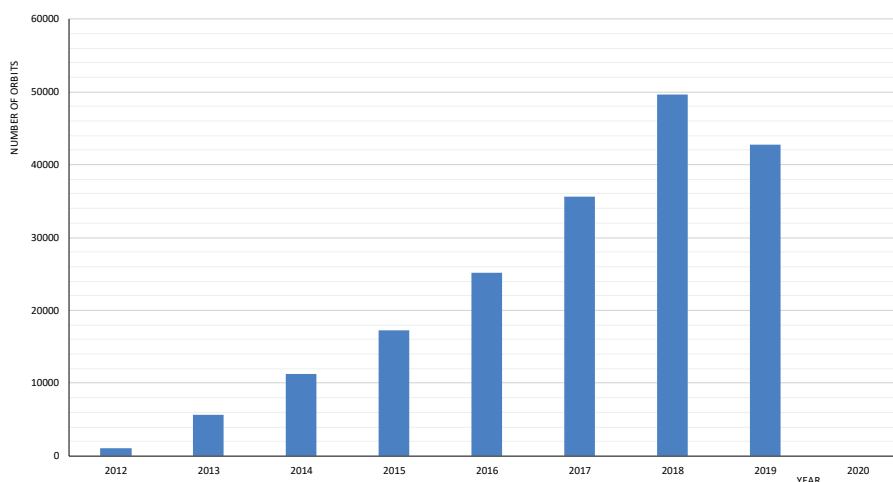
**Figuur 1.** CAMS opstelling van Paul Roggemans in Mechelen.

Het CAMS BeNeLux netwerk heeft een succesvol jaar 2019 achter de rug. In totaal konden 42746 banen worden vastgelegd, ruwweg 15% minder dan in het topjaar 2018.

Figuur 2 toont het verloop van de jaarlijkse oogst aan banen van ons netwerk.

Vooral in de eerste helft van 2019 kon elke maand ofwel een nieuw maandrecord dan wel een bijna evenaring van een maandrecord worden bijgeboekt. Met 9916 banen was de maand augustus een absolute topper dit jaar. Een deel van de posten kon dit jaar helaas niet optimaal draaien.

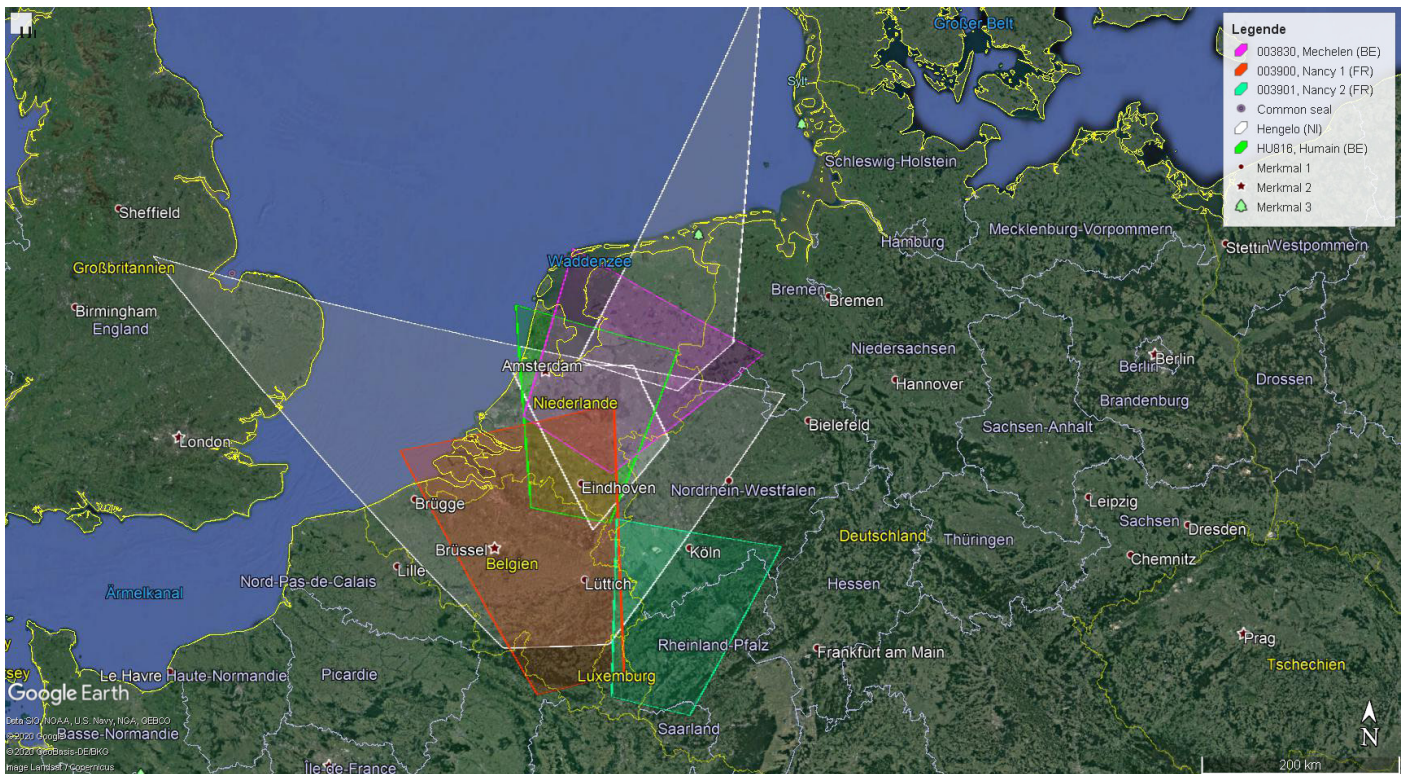
De post op Terschelling kampt al sinds begin 2019 met technische problemen en de posten Utrecht en Enschede kwamen helemaal niet tot inzet. Gronau moest vanwege renovatie vanaf halverwege augustus verstek laten gaan. Dat we desondanks toch deze oogst aan banen kunnen bijboeken komt doordat er in de loop van 2019 ook nieuwe posten bijkwamen. In figuur 3 zien we



**Figuur 2.** Jaarlijkse oogst aan banen van het CAMS BeNeLux netwerk

een overzicht van het dekkingsgebied van de meeste van die nieuwe posten. In februari 2019 kwamen de stations Humain (816) en Nancy (3900) erbij.

Hiermee kreeg midden Nederland vanuit Humain (groen vlak) en centraal België vanuit Nancy (bruin vlak) extra dekking. In maart volgde extra dekking voor



midden Nederland vanuit Mechelen (3830; paars vlak), en voor midden en noord Nederland vanuit Hengelo (328 en 329; witte vlakjes in midden en noord Nederland).

Een extra camera in Nancy (3901) zorgde vanaf mei voor dekking van het uiterste oosten van België, Luxemburg en West Duitsland (donkergroen vlak). In de Ardennen werd op de locatie Grapfontaine een camera geïnstalleerd (de 3814) die een groot gebied van Engeland tot bijna midden Duitsland afdekt (wit vlak).

Tenslotte (niet weergegeven in figuur 3) volgde in juli en augustus nog een extra camera in Genk (3815) ter dekking van zuidwest België en in Mechelen (3831) ter dekking van zuidoost België en Luxemburg.

Meest bijzondere resultaat voor ons

**Figuur 3.** *Overzicht van de dekkinggebieden van een groot deel van de nieuwe camera's in het CAMS BeNeLux netwerk.*

netwerk was dit jaar het vastleggen op 22 april van de 15 Bootids activiteit [1,2,3]. Ook legden we de activiteit van de Juni epsilon Ophiuchids (# 459, JEO) [4], en de activiteit van de Phoenicids [5] op 15 november 2019 vast.

#### Referenties

[1] P. Jenniskens, E. Lyytinen, C.Johannink, M. Odeh, N. Moskovitz, T.M.C.Abbott , 2019 outburst of 15-Bootids (IAU#923, FBO) and search strategy to find the potentially hazardous comet, Planetary and Space Science Volume 181, February 2020

- [2] C. Johannink , Activiteit van #923 15 Bootids waargenomen door CAMS BeNeLux , Radiant 41-3, p.55-57
- [3] CBET 4624 , 20190510 , OUTBURST OF 15-BOOTIDS METEOR SHOWER
- [4] CBET 4642 , 20190629 , JUNE EPSILON OPHIUCHID METEORS
- [5] CBET 4698 , 20191115 , PHOENICIDS METEORS
- [6] P. Jenniskens, P.S. Gural, L. Dynneson, B.J. Grigsby, K.E. Newmane, M. Borden, M. Koop, D. Holman, CAMS: Cameras for Allsky Meteor Surveillance to establish minor meteor showers, ICARUS 216 (2011) , p.40 – 61

# CAMS BeNeLux: op zoek naar Februari $\eta$ -Draconiden

Carl Johannink



## Summary

A search for February  $\eta$ -Draconids in the database of CAMS BeNeLux showed that annual activity of this since 2011 'established stream' is observed.

Results for radiant and orbital elements of this stream confirm conclusions in some recent articles. The activity period although, seems to be a bit longer than mentioned in these articles [3,4].

## Inleiding

In de nacht van 3 op 4 februari 2011 legden de CAMS-systemen in Californië een zestal meteoren vast welke kwamen uit een radiant nabij  $\eta$  Draconis.

Sindsdien staat dit zwermpje op de IAU lijst van zogenaamde 'established showers' onder de codering #427 FED. In 2014 en 2015 heeft ons netwerk ook een gering aantal FED's vastgelegd [1].

Nu, vijf jaar later, is de hoeveelheid data die ons netwerk heeft verzameld, veel omvangrijker geworden. In dit artikel gaan we eens kijken of we in ons netwerk jaarlijks activiteit van dit zwermpje terugzien.

## Februari $\eta$ -Draconiden: selectie van data

Om na te kunnen gaan hoeveel Februari  $\eta$ -Draconiden we in ons CAMS BeNeLux archief hebben vastgelegd, hanteren we de 'spelregels' die zijn opgesteld door Roggemans [2].

We selecteerden alle meteoren uit het interval  $312^\circ < \lambda < 320^\circ$  met de volgende criteria:

- Radiant  $225^\circ < \alpha < 250^\circ$ ;  $50^\circ < \delta < 75^\circ$
- Geocentrische snelheid  $30 \text{ km/s} < V_g < 40 \text{ km/s}$

Van de 2472 meteoren die ons netwerk in het juiste zonslengte interval had vastgelegd, bleken 50 meteoren aan de aangegeven criteria te voldoen.

Vervolgens werden van deze 50 meteoren de mediaanwaarden van radiantpositie, snelheid en baanelementen bepaald: zie tabel 1. Deze waarden kunnen we vergelijken met de waarden in Jenniskens [3], zie daarvoor tabel 2.

De waarden komen met uitzondering van de halve lange as  $a$  en de excentriciteit  $e$  goed overeen.

## Februari $\eta$ -Draconiden: radiant- en baanbepaling

De waarden uit tabel 2 werden gebruikt als referentiebaan om voor de 50 overgebleven meteoren D-criteria te kunnen berekenen [5].

Allereerst delen we deze 50 meteoren op in meteoren die we kunnen classificeren als Februari  $\eta$ -Draconide

$\lambda$	$\alpha_g$	$\delta_g$	$V_g$	$q$	$a$	$e$	$\omega$	$\Omega$	$i$	N
315,5	240,0	60,6	34,6	0,971	6,1	0,840	194,1	315,5	56,1	50

Tabel 1. de mediaanwaarden voor zonslengte, radiantpositie en baanelementen voor de 50 meteoren binnen de gestelde criteria.

$\lambda$	$\alpha_g$	$\delta_g$	$V_g$	$q$	$a$	$e$	$\omega$	$\Omega$	$i$	N
315	239,6	62,4	35,1	0,971	18,6	0,975	194,3	315,1	54,7	9

Tabel 2. de waarden voor zonslengte, radiantpositie en baanelementen van #427 FED volgens Jenniskens [3]

( $D_d < 0,105$ ) en als toch sporadisch ( $D_d > 0,105$ ). Uiteindelijk vielen op deze manier 23 van de 50 meteoren op grond van een  $D > 0,105$  af om als Februari  $\eta$ -Draconide bestempeld te kunnen worden.

De overgebleven 27 Februari  $\eta$ -Draconiden worden opgedeeld in vier intervallen, te weten 'zwak verband' ( $D_d < 0,105$ ), 'matig verband' ( $D_d < 0,08$ ), 'matig sterk verband' ( $D_d < 0,06$ ), 'sterk verband' ( $D_d < 0,04$ ) en 'heel sterk verband' ( $D_d < 0,02$ ).

In tabel 3 zien we het uiteindelijke resultaat: de mediaanwaarden van diverse kengetallen voor deze vier intervallen. Tevens zijn de waarden uit Jenniskens [3] weergegeven.

We zien goede overeenkomsten tussen de gegevens uit 'de sterke verbanden' ( $D_d < 0,04$ ) en de referenties [3]. De waarde van 'S' geeft het percentage meteoren aan die niet aan het D-criterium voldoen, en dus beschouwd moeten worden als 'sporadische vervuiling' binnen het radiantgebied.

## Februari $\eta$ -Draconiden: activiteitsperiode

Jenniskens geeft als activiteitsperiode voor de Februari  $\eta$ -Draconiden het gebied tussen zonslengte 314 en 316 graden aan [3].

Nu wij gegevens van zeven opeenvolgende jaren hebben, is het interessant om eens te kijken in welke periode wij activiteit van dit zwermpje hebben waargenomen. Daarbij moet direct de kanttekening geplaatst worden dat wij in de jaren 2014 – 2020 in deze tijd van het jaar bijna geen enkele volledig heldere nacht konden boeken. Alleen in 2017 en in 2019 lijkt de nacht 3/4 februari in vrijwel de hele BeNeLux wolkenloos te zijn verlopen.

Tabel 4 geeft een overzicht van de aantallen FED-meteor en in de diverse Drummond-intervallen per graad zonslengte uit de in dit artikel beschouwde periode.

Op basis van deze tabel lijkt het aannemelijk dat de zichtbaarheidsperiode van dit zwermpje zich vooral na het maximum nog wat

	$D_d$					Jenniskens
	<0,105	<0,08	<0,06	<0,04	< 0,02	[3]
$\lambda$	315,4	315,4	315,4	315,4	315,3	315
$\alpha_g$	240,0	240,0	240,1	240,1	240,0	239,6
$\delta_g$	62,0	62,0	62,0	62,0	62,2	62,4
$V_g$	35,1	35,1	35,1	35,2	35,2	35,1
$a$	19,1	25,7	33,5	27,4	33,8	18,6
$q$	0,971	0,971	0,971	0,971	0,971	0,971
$e$	0,949	0,964	0,971	0,963	0,971	0,975
$\omega$	194,1	194,1	194,0	194,1	194,2	194,3
$\Omega$	315,4	315,4	315,4	315,4	315,3	315,1
$i$	55,1	55,1	55,1	55,1	55,1	54,7
N	27	21	17	12	8	9
S	46%	58%	66%	76%	84%	

**Tabel 3.** mediaanwaarden voor zonslengte, radiantpositie en baanelementen voor de vijf intervallen, vergeleken met de referentiebanen in Jenniskens [3]

langer uitstrekt dan op grond van eerdere data werd gesteld. Hierbij moet wel de nodige voorzichtigheid worden betracht, vanwege de al eerder genoemde sterke invloed van de weersomstandigheden. Deze hebben het tot nog toe nauwelijks mogelijk gemaakt om in de eerste decade van februari ongehinderd data te kunnen verzamelen. In tabel 4 is wel te zien dat het wel vrij aannemelijk is dat het maximum van dit zwerpje rond zonslengte 315 graden valt.

#### Nawoord

Veel dank aan alle mensen die middels ons netwerk een bijdrage hebben geleverd aan deze data.

Hans Betlem (Leiden-NL, CAMS 371-373), Felix Bettonvil (Utrecht-NL, CAMS 376-377), Jean-Marie Biets (Wilderen-BE, CAMS 379 – 382), Martin Breukers (Hengelo-NL, CAMS 320-329), Bart

Dessoy (Zoersel-BE, CAMS 397,398,804-806 en 888), Franky Dubois (Langemark-BE, CAMS 386), Jean-Paul Dumoulin / Christian Wanlin (Grapfontaine-BE, CAMS 814,815 en 3814), Uwe Gläser (Langenfeld-DE, CAMS 3800), Luc Gobin (Mechelen-BE, CAMS 390,391,807 en 808), Tioga Gulon (Nancy-FR, CAMS 3900-3901), Robert Haas (Alphen a/d Rijn-NL, CAMS 3160-3167), Robert Haas/ Edwin van Dijk (Burlage-DE, CAMS 801,802,821 en 822), Robert Haas (Texel-NL, CAMS 810-813), Klaas Jobse (Oostkapelle-NL, CAMS 3030-3037), Carl Johannink (Gronau-DE, CAMS 311-318), Hervé Lamy (Ukkel-BE, CAMS 393), Hervé Lamy (Dourbes-BE, CAMS 394-395), Hervé Lamy (Humain-BE, CAMS 816), Koen Miskotte (Ermelo-NL, CAMS 351-354), Piet Neels (Ooltgensplaat-NL, CAMS 340-345, 349 en 840), Jos Nijland (Benningbroek-NL, CAMS 358-359), Jos Nijland (Terschelling-NL, CAMS 841-844), Tim Polfliet (Gent-BE, CAMS 396), Steve

Rau (Zillebeke-BE, CAMS 3850,3852), Paul & Adriana Roggemans (Mechelen-BE, CAMS 383,384,388,389,399, 809, 3830 en 3831), Paul Roggemans/ Seppe Conanoca (Genk-BE, CAMS 3815), Hans Schremmer (Niederkrüchten-DE, CAMS 803), Erwin van Ballegoij (Heesch-NL, CAMS 347,348) en Marco van de Weide (Losser-NL, CAMS 3110).

#### Referenties

- [1] C. Johannink, Resultaten van CAMS BeNeLux in februari 2015, eRadiant 2015-2, p 29 - 37
- [2] P. Roggemans, P. Cambell-Burns Eta Lyrids (ELY-145) eMeteorNews 2018-3, p 142 – 147
- [3] P. Jenniskens et.al., The established meteor showers as observed by CAMS, ICARUS 266 (2016) p. 331 – 354
- [4] Jenniskens et al., 2018 sub. to PSS
- [5] Drummond J. D. (1981). "A test of comet and meteor shower associations". Icarus 45, p. 545–553
- [6] P. Jenniskens, P.S. Gural, L. Dynneson, B.J. Grigsby, K.E. Newmane, M. Borden, M. Koop, D. Holman, CAMS: Cameras for Allsky Meteor Surveillance to establish minor meteor showers, ICARUS 216 (2011), p.40 – 61

Sol. Long.	0,08 < Dd < 0,105	0,06 < Dd < 0,08	0,04 < Dd < 0,06	0,02 < Dd < 0,04	Dd < 0,02
312,5 - 313,5	0	0	0	0	0
313,5 - 314,5	0	1	0	1	2
314,5 - 315,5	3	1	2	2	6
315,5 - 316,5	0	0	1	0	0
316,5 - 317,5	2	0	0	1	0
317,5 - 318,5	1	2	2	0	0
318,5 - 319,5	0	0	0	0	0

**Tabel 4.** overzicht van het aantal FED-meteorieten per graad zonslengte per D-criterium

# Benelux vuurbollen 2018 en 2019

Hans Betlem



## Inleiding

Medio vorig jaar is het systematisch rekenwerk aan onze all-sky vuurbollen weer opgepakt. Incidentele (grote) vuurbollen zijn de afgelopen jaren wel regelmatig gerapporteerd in Radiant maar de lijst van te verwerken en publiceren vuurbollen is vele malen groter.

In 2018 werden gegevens van 61 vuurbollen verzameld. In dat jaar was het all-sky netwerk nog niet zo uitgebreid als nu. Veel vuurbollen zijn door slechts één station vastgelegd, al dan niet in combinatie met CAMS registraties. Slechts 11 vuurbollen van dat jaar werden simultaan door all-sky stations gepakt en konden worden uitgemeten en berekend, een schamele 18%.

In 2019 was het aantal vastgelegde vuurbollen (CAMS en all-sky) 43 maar hiervan werden er 27 simultaan vastgelegd door de all-sky stations en konden worden berekend: 63%.

De sterke groei van het all-sky netwerk en toenemende inzet en motivatie van de all-sky operators lijkt zich ook in 2019 voort te zetten.

## Overzicht

Figuur 2 geeft de momenteel actieve stations in Nederland, België, United Kingdom en Duitsland aan waarmee we een zeer snelle uitwisseling en samenwerking hebben. In Duitsland is een nog veel groter netwerk van gedateerde spiegelcamera's die we hier buiten beschouwing laten. In Frankrijk draait het Fripon netwerk. Dat bestaat uit videocamera's met zeer kleine beeldsensoren. Er staan ook enkele Fripon camera's in ons land maar de data zijn niet uitwisselbaar.

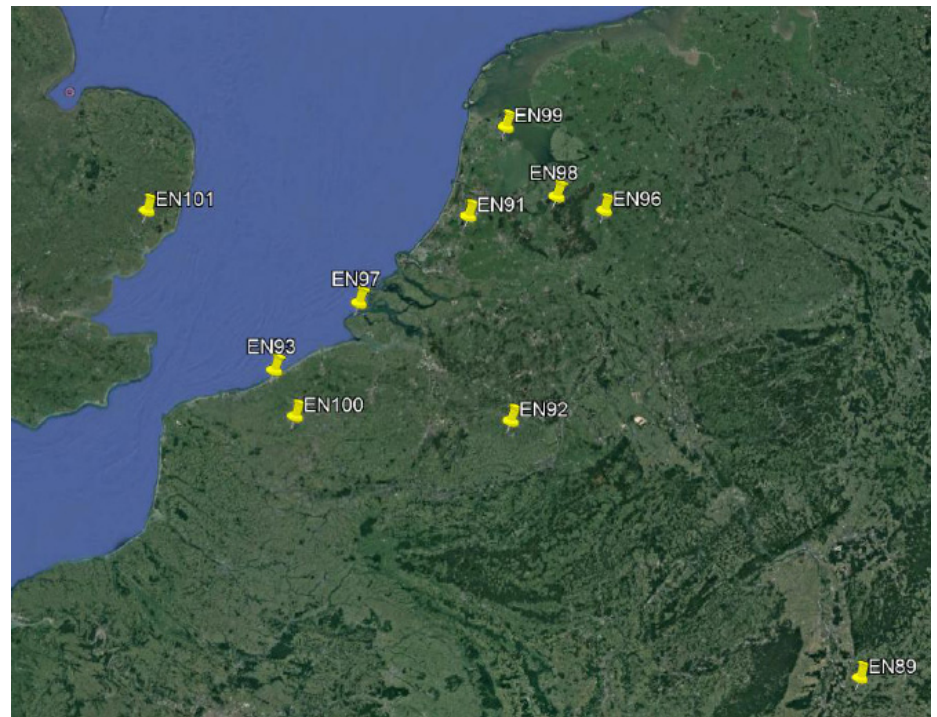
Het is duidelijk dat de verdeling van de camera's niet optimaal is. Met name in noord Nederland en zuid België is er nog plaats voor EN toestellen. Tabel 1 geeft de gegevens van de stations en de operators.

### Elk deeltje zijn camera

Niet elke simultaanopname met het all-sky netwerk leent zich voor reductie. Ruwweg onderscheiden we drie klassen van meteoren:

1. -5 en helderder: de vuurbollen.  
Dit zijn echte fish-eye objecten. De sporen zijn vaak lang en de helderheid

**Figuur 1.** De vuurbol van 31 december 2019 5h53m09s UT vormde een spectaculaire afsluiting van het vuurbollenjaar 2019. Opname Twisk EN99 waar de plaatselijke boom het lijkt te moeten ontgelden. Fotometrisch had deze vuurbol een helderheid van magnitude -11. Hij is helaas niet simultaan gefotografeerd.



**Figuur 2.** De huidige stand van zaken in 'ons' deel van het EN. Brabant, Noord Nederland en Wallonië zijn plekken waar nog wel een EN camera bij kan. Op enige termijn worden alle stations overigens hernummerd in verband met hernummering in Tsjechië waardoor er nu dubbele nummers zijn.

verzadigt de sensoren van CAMS toestellen. Ook in het 'Dutch Small Camera Network' met f/1.8-50 mm toestellen zijn deze objecten vaak al wat te veel van het goede. Verzadiging en dichtlopende sektoronderbrekingen. In de DMS fotografische database zijn de vuurbollen meestal niet de best gereduceerde objecten.

2. De meteoren in de 'midden'klasse: 0 á -4. Dit zijn de perfecte objecten voor kleine camera netwerken. Voor de all-sky toestellen zijn ze veelal aan de zwakke kant terwijl de helderder objecten de CAMS optiek nog te veel overstralen. De midden-klasse is in het verleden vooral vastgelegd tijdens de perioden van de grote zwermen. Dat ligt voor de hand: klassieke fotografie met dure filmrolletjes nodigt niet uit tot inzet buiten de grote zwermperiodes. Zwermmeteoren zijn veelal snelle objecten. Die zijn geknipt voor de grote camerabatterijen met hun snelle sectoren, maar geven op all-sky stations met veel tragere LCD shutters te weinig breaks voor een nauwkeurige baanbepaling.

3. Het echt zwakke spul: -1 en zwakker. Hier komt het CAMS systeem het meest tot zijn recht. De exploitatie is goedkoop en kan het hele jaar door functioneren. Het is dan ook voor de hand liggend, dat de enorme aantallen baangegevens die de laatste jaren vergaard worden, vooral door deze systemen geleverd worden.

### Onze all-sky inspanningen

Het is duidelijk, dat het all-sky netwerk niet de verzamelaar is van de grote hoeveelheden meteorbanen, immers zoveel vuurbollen verschijnen er niet. Met onze all-sky inspanningen beogen we zo nauwkeurig mogelijke baangegevens te verkrijgen van heldere, trage en langdurig zichtbare vuurbollen en wanneer de trajectgegevens daartoe aanleiding geven (voldoende diep doordringen in de atmosfeer, voldoende lage eindsnelheid) een mogelijk impactgebied te bepalen.

Zwermmeteoren zijn hierin geen prioriteit. Daarvan levert CAMS meer en vaak nauwkeuriger data.

Met het toenemend aantal all-sky stations en betere optiek zal de uitmeetdruk toenemen. Sporadische meteoren en een minimaal aantal van zo'n 15 breaks wordt het zwaartepunt van het werk. Simultaansets waarin geen enkele post een shutter gebruikt (en dat worden er gelukkig steeds minder

nr.	plaats	operator	optiek	shutter
89	Herford	Jörg Strunk	Sigma 4.5 mm cropped	classic
91	Alphen a.d.Rijn	Robert Haas	Sigma 8 mm full frame	geen
92	Wilderen	Jean Marie Biets	Sigma 4.5 mm cropped	LCD
93	Oostduinkerke	Geert Vandenbulcke	Sigma 8 mm full frame	LCD
94	Borne	Peter van Leuteren	buiten bedrijf	
95	Benningbroek	Jos Nijland	Sigma 4.5 mm cropped	LCD
96	Bussloo	Mark-Jaap ten Hove	Sigma 4.5 mm cropped	geen
97	Oostkapelle	Klaas Jobse	Sigma 8 mm full frame	LCD
98	Ermelo	Koen Miskotte	Sigma 8 mm full frame	LCD
99	Twisk	Marco Verstraaten	Sigma 8 mm full frame	LCD
100	Ieper	Franky Dubois	Astrocamera	geen
101	Ipswich	Alan Smith	Sigma 4.5 mm cropped	LCD

**Tabel 1.** *Overzicht all-sky toestellen en operators in het Benelux deel van het EN. De afgelopen maanden zijn flinke verbeteringen doorgevoerd. Een aantal posten stapte over op full frame camera's en installeerde LCD shutters.*

worden sowieso niet uitgemeten: deze leveren alleen een traject en een radiantpositie.

### Resultaten 2018 en 2019

Er zijn 38 simultaansets berekend waarvan er 30 tot acceptabele resultaten leidden. Dit betreft meer dan 100 uitgemeten fish-eye opnamen: een tijdrovend werkje aangezien het doormeten van een fish-eye opname aanzienlijk meer tijd kost dan een standaardplaatje met een klassieke camera.

De tabellen 2 en 3 geven de resultaten van deze 30 sets.

Bij een klein aantal opnamen kon fotometrie worden toegepast (tabel 3). Voor betrouwbare fotometrie is een flink aantal scherp afgebeelde lichtmoten nodig. Bij zeer heldere objecten moet dan met RAW in plaats van JPEG beelden gewerkt worden, omdat deze laatste veel sneller verzadigd raken. Bij stations die met een LCD shutter werken, is het aanleveren van RAW beelden inmiddels standaard. In de toekomst zal het aantal verwerkte vuurbollen waarin volledige fotometrie mogelijk is waarschijnlijk sterk toenemen.

Bij de snelheidsbepalingen is het streven naar een nauwkeurigheid van 1% of minder, liever minder dan 0,5%. Dat lukt alleen met voldoende lange sporen en veel shutter breaks. Veel in de tabel opgegeven sporen halen die nauwkeurigheid niet omdat het te korte

spoorjes zijn. Eigenlijk CAMS materiaal. Ook de nauwkeurigheid in de radiantberekeningen hebben we niet altijd in de hand. Ongunstige convergentiehoeken zijn alleen te verbeteren door meer opnamen, dus meer stations. De nauwkeurigheid in de radiantposities worden verder beïnvloed door de nauwkeurigheid in de cameratijdstippen en het tijdstip van de meteor. Deze laatste wordt in de meeste gevallen door CAMS geleverd. De camerasturing en bepaling van cameratijdstippen gebeurt vrijwel overal op een andere manier. Nog steeds leidt dat tot het aanleveren van simultaansets waarvan de belichtingen niet overlappen. Hier valt nog veel te winnen. Er wordt nagedacht over een universeel, betrouwbaar en door iedereen toe te passen systeem. Er zijn de nodige software mogelijkheden, maar de interfacing met de verschillende merken camera's is weer een ander verhaal. Dit wordt vervolgd want er is nog veel in te winnen.

De meetnauwkeurigheid aan de opnamen wordt steeds beter. Met een 8 mm full frame opname moet over het hele beeld dus tot op de horizon 0.01 a 0.015 graden te halen zijn. Bij een aantal posten komen we daar inmiddels dicht bij in de buurt. De toegepaste ruitjes zijn hierin op de meeste posten het grootste probleem. Voor een camera van 1000 euro met een lens van 800 euro zit een ruitje van 1 euro. Dan hoeft je geen mooie beelden meer te verwachten.

code	datum	tijd	Mv	zwerf	begin			eind			stations
					h (km)	long	lat	h (km)	long	lat	
2018003	2/5/2018		-4	spo	83,9	7,9894	52,2944	52,0	7,5635	52,2342	94,98
2018004	2/7/2018	0:44:00	-4	spo	74,9	6,3874	51,5143	38,6	6,6614	51,6806	94,98
2018007	2/24/2018	0:11:00	-7	spo	88,2	4,1346	50,1923	31,2	4,9085	51,1441	92,94,95,97,98
2018011	6/13/2018	22:50:29	-7	SCO	74,7	6,7544	49,3494	51,5	7,1345	51,3331	40,72,73,89,92,94
2018012	6/16/2018	21:11		spo	75,8	6,0128	50,0521	35,4	5,9893	50,0975	92,96
2018013	6/29/2018	21:30	-5	spo	79,5	5,4286	51,8154	43,8	4,8341	52,3536	94,98
2018039	10/8/2018	0:30:34	-6	spo	84,4	4,1624	52,8254	66,6	4,1831	52,0904	94,98
2018040	10/10/2018	21:14:15	-7	spo	119,6	4,4619	51,2496	83,3	3,2172	49,9270	94,97,98
2018060	11/20/2018	1:45:18	-6	LEO	107,9	4,5617	52,2474	86,2	4,0523	52,2795	97,98
2018061	11/30/2018	23:35:15	-6	spo	67,9	7,2353	52,1548	34,6	7,5894	51,9565	94,97,98
2019002	2/15/2019	20:08:59	-6	spo	80,4	4,0502	50,5105	28,3	3,8347	51,2495	92,96,97,98,100
2019012	4/23/2019	0:41:57	-6	LYR	112,9	5,3695	51,7790	74,2	4,9444	51,8258	92,96,98
2019013	4/23/2019	0:42:20	-3	LYR	96,6	5,7169	51,6177	68,3	5,3856	51,6404	92,98
2019019	8/25/2019	21:44:52	-4	spo	107,5	7,0596	51,1845	64,1	6,9551	51,0848	91,93,97,98
2019020	9/3/2019	21:32:23	-4	spo	88,2	5,6096	52,8657	46,9	5,7725	52,7819	98,99
2019021	9/5/2019	20:46:36		spo	101,2	6,2245	50,6360	76,7	6,1288	50,6199	92,98,99
2019023	9/13/2019	21:37:38	-7	spo	75,9	4,8074	50,6168	42,4	4,8752	50,7458	92,98,99
2019024	9/20/2019	2:20:03	-3	spo	85,5	2,0750	50,2125	57,2	2,8022	50,2480	93,100
2019025	10/28/2019	2:12:45	-6	ORI	111,2	3,4835	52,2221	84,4	3,2677	52,3855	90,93,97,98,100
2019026	10/29/2019	18:12:10	-4	spo	94,4	5,4318	53,8792	75,8	5,5939	53,8172	97,98,99
2019027	10/31/2019	1:33:03	-3	spo	83,6	3,5087	52,6433	44,8	3,9913	53,0744	96,97,98,99
2019028	11/4/2019	21:15:01	-3	spo	78,7	5,2311	51,7205	28,5	5,4667	51,5320	97,99
2019030	11/8/2019	20:32:21	-4	spo	78,8	5,0265	52,5770	54,3	4,8424	52,6674	98,99
2019031	11/21/2019	23:14:18	-4	spo	96,3	6,1945	53,4010	41,9	6,0066	53,7235	96,98,99
2019032	11/23/2019	23:47:07	-2	spo	91,4	4,3607	52,8491	62,2	4,3554	53,0096	91,98,101
2019035	12/3/2019	22:39:19	-7	spo	77,4	4,2594	52,6000	29,8	4,4232	52,8831	96,97,98
2019037	12/14/2019	22:09	-5	GEM	86,8	5,4252	52,2847	64,7	5,1057	52,3057	96,98
2019039	12/15/2019	0:10	-6	GEM	92,7	5,3695	52,5385	46,2	5,1278	52,6678	96,98
2019042	12/20/2019	18:19:47	-8	spo	93,1	4,4371	51,9792	67,3	3,8429	51,9717	92,97,99
2019043	12/27/2019	19:26:33	-4	spo	109,9	5,293	52,2429	76,9	7,0738	49,7885	96,98

**Tabel 2.** Trajectgegevens van alle meervoudige gefotografeerde vuurbollen door 'ons' netwerk in 2018 en 2019. De laatste kolom geeft de deelnemende stations aan.

In dit overzicht zijn alle simultaanopnamen met snelheidsinformatie nog meegenomen. In de toekomst zullen we daar wat kritischer op gaan worden. Bij minder dan ca. 15 onderbrekingen wordt de snelheidsbepaling al gauw erg onbetrouwbaar.

**Tabel 3.** (volgende bladzijde) Radiant- snelheids- en baangegevens van alle in 2018 en 2019 gefotografeerde vuurbollen.

Simultaanopnamen waarbij geen enkele post snelheidsinformatie levert (geen shutters) zijn niet berekend.

Fotometrische absolute magnituden zijn gegeven bij opnamen die fotometrie mogelijk maakten.

code	Mph	V inf (km/s)	Radiant (2000.0)		$a$ (AU)	$1/a$	$q$ (AU)	$e$	$\omega$ (gr)	$\Omega$ (gr)	$i$ (gr)
			RA	DEC							
2018003		34,2±3	167,59±0,36	42,09±0,23	3,16		0,513±0,007	0,83±0,1	272,89±3,2	316,7739±0,0006	37,10±3,4
2018004		17,94±0,18	127,08±0,14	21,98±0,13	1,94	0,515±0,011	0,804±0,003	0,586±0,010	59,89±0,23	138,0364±0,0009	0,81±0,07
2018007		19,73±0,72	136,08±0,10	-10,17±0,13	2,08	0,480±0,045	0,824±0,008	0,604±0,041	56,30±0,23	155,0854±0,0001	14,90±0,44
2018011	-7,8	17,43±0,14	243,12±0,10	-33,39±0,06	1,697	0,589±0,009	0,843±0,002	0,502±0,009	60,44±0,14	262,6032±0,0000	10,03±0,03
2018012		12,9±0,42	266,32±6.	36,19±5.	0,998	1,002±0,054	0,874±0,059	0,124±0,026	285,49±25.	85,1905±0,002	10,16±1,7
2018013		21,23±0,14	275,85±0,15	-6,30±0,15	1,594	0,627±0,008	0,644±0,002	0,596±0,006	268,89±0,34	268,888±0,343	6,88±0,15
2018039	-6,6	24,57±0,24	25,78±1,4	-7,20±1,4	1,844	0,542±0,039	0,566±0,019	0,693±0,015	93,450±3,2	14,43200±0,0002	14,73±1,1
2018040	-8,5	68,9±3,4	117,40±0,54	43,75±0,37	31,7	0,032±0,316	0,988±0,003	0,969±0,312	167,983±2,7	197,2595±0,0001	142,38±1,3
2018060	-10,5	71,8±1,0	154,89±0,08	21,09±0,07	9,8	0,103±0,097	0,986±0,000	0,899±0,096	174,39±0,48	237,4282±0,0001	163,05±0,21
2018061		16,29±0,10	347,59±0,35	58,19±0,18	2,27	0,441±0,008	0,9718±0,0004	0,571±0,008	196,28±0,22	248,4440±0,0003	15,53±0,15
2019002		15,66±0,14	100,46±0,50	-6,84±0,18	2,06	0,484±0,015	0,9542±0,0013	0,537±0,015	25,44±0,52	146,5979±0,0001	11,31±0,12
2019012	-8,2	48,46±0,55	272,90±0,31	33,56±0,13	20,14	0,050±0,043	0,9264±0,0026	0,954±0,039	212,94±0,79	32,3326±0,00001	80,22±0,53
2019013		45,98±0,57	276,58±0,76	34,17±0,63	3,56	0,2807±0,049	0,9487±0,0067	0,734±0,046	209,89±2,0	32,3329±0,00002	79,05±0,80
2019019		41,67±0,46	328,74±0,44	63,92±0,36	-108,12	0,0092±0,034	0,9458±0,0030	1,008±0,033	209,33±0,76	152,1339±0,0001	64,90±0,47
2019020		23,2±3,7	274,62±6.	61,67±3.	2,27	0,44±0,22	1,0055±0,0039	0,558±0,225	187,69±4,7	160,8272±0,0003	33,3±5,4
2019021		36,24±0,17	326,74±0,05	51,89±0,05	170,5	0,0058±0,012	0,8358±0,0006	0,995±0,01	228,92±0,18	162,7202±0,0000	50,68±0,18
2019023		17,6±0,14	310,64±0,86	27,00±0,92	2,37	0,422±0,017	0,9232±0,0036	0,6104±0,015	218,51±1,	170,5317±0,0002	14,39±0,38
2019024		17,2±0,37	327,87±1,1	18,62±1,1	2,54	0,392±0,028	0,8921±0,0070	0,6487±0,026	224,29±1,5	176,5768±0,0002	9,23±0,56
2019025		65,2±1,1	98,15±0,08	16,11±0,11	7,01	0,143±0,10	0,4756±0,024	0,932±0,046	94,63±4,4	34,0851±0,0001	163,24±0,42
2019026		26,4±4,2	252,52±1,1	57,85±0,6	3,10	0,323±0,26	0,9692±0,003	0,687±0,26	160,12±2,9	215,7526±0,0004	38,6±5,2
2019027		29,2±2,1	37,94±1,3	1,29±2,0	23,5	0,043±0,15	0,5826±0,029	0,975±0,08	80,61±3,0	37,0680±0,0011	12,3±1,7
2019028		27,06±1,1	319,37±0,29	67,19±0,11	7,60	0,131±0,073	0,9570±0,0008	0,874±0,07	202,32±0,31	211,8829±0,0001	35,97±1,2
2019030	-3,3	22,13±0,25	29,23±0,16	26,83±0,14	2,68	0,373±0,016	0,7060±0,0028	0,737±0,012	251,19±0,26	225,8505±0,0004	6,74±0,15
2019031		28,68±0,37	66,61±0,09	19,44±0,20	2,18	0,459±0,021	0,4226±0,0045	0,807±0,011	106,34±0,21	59,1060±0,0021	3,58±0,21
2019032		25,2±1,1	63,14±1,2	21,13±2,7	1,96	0,511±0,067	0,5194±0,0216	0,734±0,039	96,75±2,6	61,2080±0,148	1,41±2,2
2019035	-6,4	14,89±0,05	44,70±0,08	18,56±0,16	1,78	0,562±0,004	0,8918±0,0008	0,499±0,004	44,34±0,12	71,3040±0,0046	1,30±0,05
2019037	-3,0	35,4±0,9	115,73±1,2	30,89±1,0	1,14	0,876±0,055	0,120±0,012	0,895±0,012	329,29±1,8	262,3383±0,0009	20,93±2,6
2019039	-4,2	37,7±0,6	113,53±0,24	33,15±0,20	1,55	0,643±0,033	0,138±0,004	0,911±0,007	323,44±0,42	262,4251±0,0003	25,96±1,0
2019042	-8,1	23,4±0,6	77,58±0,09	25,31±0,16	2,81	0,356±0,042	0,667±0,006	0,762±0,030	74,84±0,39	88,7027±0,18	0,35±0,15
2019043		42,45±0,09	246,73±0,08	40,77±0,06	12,90	0,0774±0,007	0,8473±0,0009	0,934±0,006	135,52±0,20	275,4672±0,0000	65,72±0,10





**Figuur 3.** VSB beheerder Hans Luidens bij all-sky station EN96 in Bussloo. Hier is nog een mooi vrije horizon en de hemel is er nog redelijk vrij van lichtvervuiling.

Ook op dit gebied wordt druk geëxperimenteerd met allerlei soorten koepeltjes. Naast de meteorsporen geeft dat veel additioneel meetwerk maar het verschaft een goed inzicht in de invloed van glaswerk vóór de optiek. Ideaal is helemaal niets, maar dat is in ons klimaat helaas niet uitvoerbaar. De mindere resultaten uit de tabellen 2 en 3 zijn veelal gevallen van korte zwermmeteortjes, weinig breaks en/of matige beelden door slecht glas. We zullen het de komende jaren steeds minder gaan zien.

#### **Vaste opstellingen ideaal**

De all-sky operators worden gestimuleerd om zoveel mogelijk met vaste opstellingen te gaan werken. Wie met CAMS werkt kent het systeem van kalibreren: het bepalen van constanten waarmee je een meteor kunt uitrekenen in een sterrenarm veld. Voor all-sky toestellen

geldt iets dergelijks. Wanneer de reductieparameters bekend zijn uit de metingen van een sterrenrijke opname (tot aan de horizon) kunnen deze als startwaarden ingezet worden in een 'moeilijker' geval. Het kastje moet dan echter niet verplaatst zijn! Met name voor het berekenen van vuurbollen in diepe schemering met geen of weinig referentiesternen, is een vaste opstelling met bekende reductieconstanten waardevol. Tot heden toe hebben we de vaste reductieconstanten pas van enkele stations kunnen bepalen. De waarde van deze basisdata bij een vuurboldropping in de diepe schemering is evident! Zo hebben we met de bekende reductieconstanten van de posten Wilderen en Bussloo (beide vast!) de volledige gegevens van de zgn. Pink Pop vuurbol kunnen bepalen (2018-012). In een apart artikel meer aandacht voor vuurbollen in de schemering (en overdag!)

#### **Toekomstig werk**

De eerste drie simultaanopnamen van 2020 zijn al weer doorgerekend. Een toenemend aantal all-sky posten staat gereed voor nieuw materiaal. Intussen wordt er met man en macht doorgewerkt om alle ontbrekende meervoudige vuurbollen terug tot ca. 2010 uit te werken.

# Het Europees Netwerk in Centraal Europa

Hans Betlem

## Inleiding

Met alle recente activiteiten rondom ons all-sky netwerk in Nederland en België en het rondkijken naar mogelijkheden om dit met subsidies verder te professionaliseren, werd het tijd om weer eens een bezoekje te brengen aan onze Tsjechische vrienden: Pavel Spurný en Jiří Borovička in het altijd idyllische Ondřejov, waar de tijd stil staat.



*Figuur 1. De monumentale trap die naar de oude sterrenwachtgebouwen in Ondřejov voert.*

Inderdaad staat de tijd stil downtown Ondřejov. De doorgaande weg door het dromerige dorp, de bushalte, de plaatselijke supermarkt en het kleine kerkje met begraafplaats, het is er allemaal onveranderd. Ook het heerlijke Italiaanse restaurant El Pietro met (ooit) een Belgische eigenaar was er nog steeds. En dat is prettig, want Tsjechië is geen culinair walhalla. Ook bij het naar boven klimmen van de oude sterrenwacht gebouwen, over de trappen waar ik sinds 1981 zo vaak kwam, lijkt de tijd stil te hebben gestaan. Maar zodra we bij Pavel en Jiří aanschuiven in hun -ook in vele jaren volkomen ongewijzigde kantoortje- blijkt er heel veel gebeurd te zijn met het vuurbolnetwerk. En uiteindelijk is een dergelijk bezoek altijd om te leren. In 2012 ontving Pavel Spurný een zeer prestigieuze award van de Tsjechische Academie van wetenschappen als erkenning voor de vele belangwekkende onderzoek dat hij met zijn staf door de jaren heen heeft gedaan. Hieraan was een substantieel geldbedrag verbonden, geheel vrij te besteden: een terechte waardering voor alles wat daar in de jaren is opgebouwd.

## Van analoog naar digitaal

Mijn laatste bezoek dateerde al weer van 2009. De Zeiss Distagon camera's met de 3.5-30 mm optiek en 9x12 cm platen waren in hun nadagen. Veel DMS'ers kennen deze toestellen nog van de inzet van Pavel tijdens de Leonidenexpeditie

in China in 1998. Maar de verkrijgbaarheid van het fotografisch materiaal liep rap terug. Tot in 1993 werd er nog op glas gefotografeerd; daarna moest er overgestapt worden op vlakfilms, die hun naam qua vlaklegging geen eer aandeden. En die jaren werden de opstellingen met vlakfilms geautomatiseerd en de technische snufjes daarin verwerkt vormden een basis zonder dezelve de huidige systemen niet zo snel ontwikkeld hadden kunnen worden. In het kleine museumje van het hoofdgebouw in Ondřejov staan ze nu gebroederlijk naast elkaar: de spiegelcamera's uit de jaren zestig en zeventig, de mooie blauw-witte

Zeiss Distagon kastjes uit de jaren tachtig en negentig, de geautomatiseerde vlakfilm camera's uie het begin van deze eeuw én één van de eerste opstellingen waarmee in 1959 de Příbram werd vastgelegd, de eerste meteoriet die ooit werd gevonden na berekeningen uit simultaanopnamen. Een twintigtal ooit zo bewonderde Zeiss Distagon lenzen ligt inmiddels ongebruikt op de plank.

## Ontwerp voor een nieuwe EN camera : DAFO

Er is jarenlang aan ontworpen, gepuzzeld en getest. Momenteel bestaat het netwerk uit 18 DAFO's: *Digital*



*Figuur 2. Dankzij schoolkinderen ademt zelfs de bushalte een sterrenkundige sfeer.*

### Autonomous Fireball Observatory.

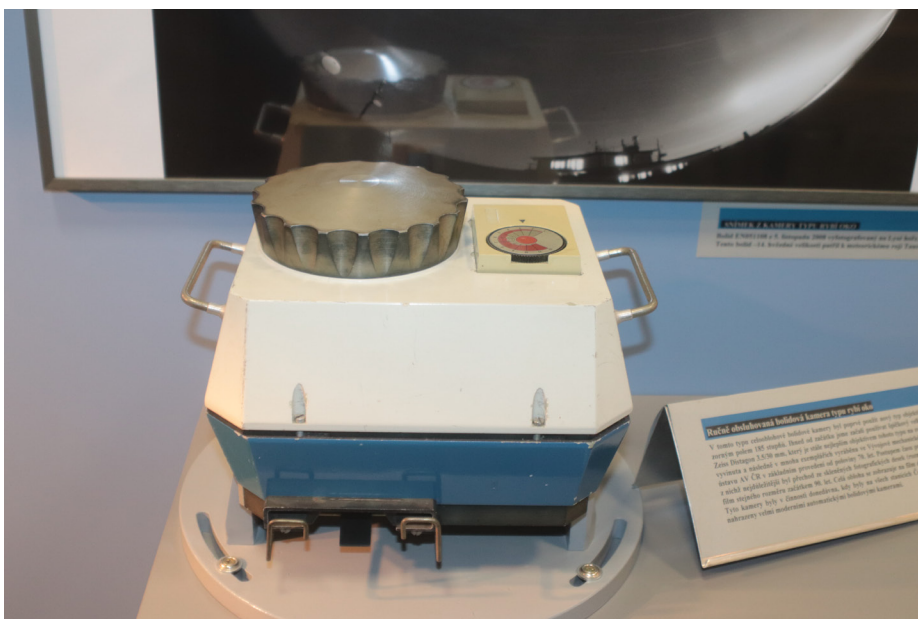
De fotografie is één van de vele functies in het DAFO. Het systeem is één geïntegreerd geheel van allerlei met elkaar samenhangende en samenwerkende instrumenten. Elke DAFO kast bevat twee digitale reflexcamera's (Canon 6D). Deze maken bij toerbeurt opnamen van een halve minuut. Zo gaat er geen observatietijd verloren door het wegschrijven van de data. Terwijl de ene camera werkt, schrijft de andere de data weg. Per DAFO zijn twee computers aanwezig: een microcomputer gekoppeld aan een GPS die de exacte tijd (op de milliseconde) binnenhaalt en een PC die de opslag van data en de uitwisseling ervan regelt. De microcomputer genereert ook het real time 16 Hz signaal dat de LCD shutters in de beide camera's regelt. Deze worden niet gestuurd door een externe ongesynchroniseerde blokgolfgenerator maar real time. De werkelijke tijd (in ms) van elke break is dus bekend. Op elke hele seconde wordt een break overgeslagen. Alle LCD's in het hele netwerk knipperen dus synchroon. Elke DAFO bevat ook een fotomultiplieër unit waarmee lichtcurven van meteoren en vuurbollen worden vastgelegd. Deze zijn eveneens gesynchroniseerd op de door de microcomputer geleverde tijden. De breaks van de camera's en de curves van de PMT's kunnen zo exact over elkaar gelegd worden. De magnituden ijking van de PMT lichtkrommen gebeurt met de fotografische registraties. Maar in tegenstelling tot de foto opnamen zijn de PMT registraties niet onderbroken door LCD-breaks en wordt er met hoge resolutie (5000 samples per seconde) geregistreerd. Het dynamisch bereik van de PMT's en elektronica is  $1:10^6$  wat overeenkomt met 15 magnituden. Een wolken detector beveiligd het hele proces. Bij dichttrekken van de hemel worden de camera's gesloten via een uitermate vernuftig sluitingsmechanisme. Degelijk en betrouwbaar. Ruitjes of koepeltjes zijn niet nodig. De camera's werken 's nachts met onbeschermd objectieven. Het vertrouwen in het DAFO systeem is groot! In Ondřejov en Kunžak bevinden zich naast de DAFO's opstellingen met 14 4K Duhua camera's met tralies voor dynamisch- en spectraalonderzoek. Twee camera's per DAFO lijkt al een luxueuze opzet, maar in werkelijkheid



**Figuur 3.** (boven) Museumstuk. De oude spiegelcamera zoals die vele jaren in Ondřejov vóór het hoofdgebouw heeft gestaan. Er staat nog een dergelijk exemplaar bij Klaas Jobse in Oostkapelle en een flink aantal wordt in Duitsland nog gebruikt!



**Figuur 4.** (midden) De cameraopstelling waarmee in de beginjaren is gewerkt. Tot in de jaren 80 in gebruik als spektrografische opstellingen. Zie ook 'Uit de oude doos' in dit nummer.



**Figuur 5.** (onder) De Distagon fish-eye toestellen zoals wij ze kennen uit de China expeditie in 1998. Ook al weer museumstuk...



**Figuur 6.** (boven) Het complete meteorstation te Ondřejov met prominent twee DAFO opstellingen: één voor de directe fotografie en één voor de spektrografie. Rechts daarvan de high-speed tracking camera en de fotomultipliiër unit die deze camera aanstuurt. Links, verscholen achter de opstelling, de 16 Watec camera's.

**Figuur 7.** (rechts) Eén van de opstellingen met geopende klep en tralies. Deze systemen werken met 15 mm fish-eye lenzen.

staan er op veel stations twee DAFO's dus twee kasten met elk twee toestellen. Twee ervan zijn uitgerust met tralies om spectra op te nemen. De tralies van beide toestellen staan haaks op elkaar om altijd een goede spectrale richting van een vuurbol te hebben. De spectraal DAFO's zijn voorzien van 15 mm fish-eye optiek.

Een meteorobservatorium waar wij slechts van kunnen dromen. Toch... delen zijn ook door ons zeker te ontwikkelen.

### Netwerk perikelen

18 DAFO's, 72 camera's, opnamen van een halve minuut: één heldere nacht genereert zo'n 20000 opnamen. Dat is niet iets om met de hand uit te zoeken. Op de plaats waar ooit de oude Jena meetmachine stond, doen nu drie zware servers zacht zoemend hun werk. De duizenden opnamen komen hier elke ochtend zonder enige menselijke tussenkomst binnen. Op Pavels PC staat in de ochtend een log file met een grafische overzicht van de gewerkte uren van elke camera. Ook wordt een overzicht van PMT registraties die tegelijk op de verschillende stations zijn vastgelegd samengesteld. Met een

goede kop koffie (nou ja..) is het op deze manier goed de nacht door te nemen vanuit de observers chair.

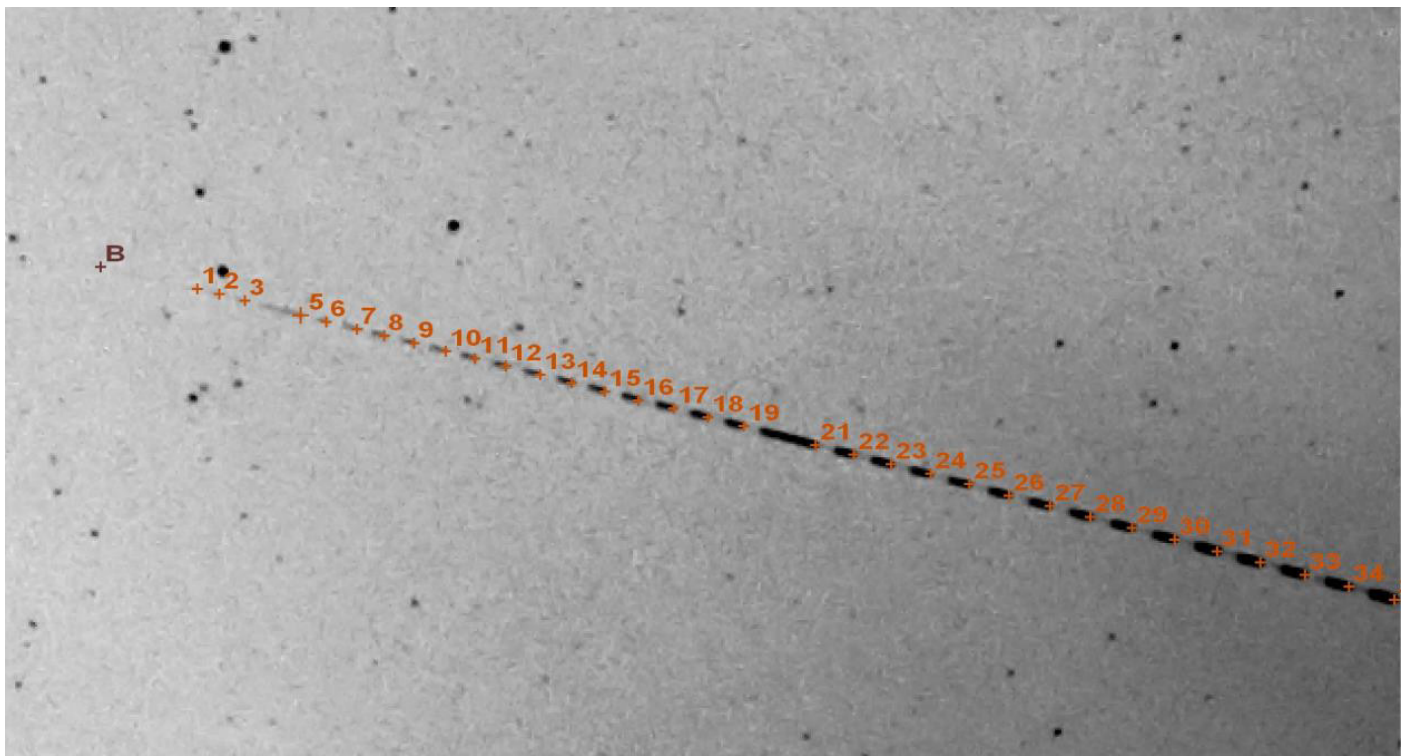
En dan liggen daar die 20000 opnamen. Een vaste staf van drie dames gaat daarmee aan de slag. Beeldherkenningssoftware pikt de meteorsporen eruit maar niets gaat naar de verwerkingsafdeling zonder dat het langs een geoefend menselijk oog is gegaan. En scherp zijn de dames, ook na uren interpreteren. Jaarlijks levert dit geheel zo'n 1500 meervoudige gefotografeerde vuurbollen op. De kleinsten blijven liggen, de beter exemplaren worden door de assistenten uitgemeten en berekend en de echt grote en belangwekkende exemplaren worden door de beide meastro's zelf gedaan. En dat is een indrukwekkend proces!

### Uitmeten

Inmiddels zijn we bij fish-scan versie 1.41 en dat is een machtig uitmeet platform. Met vaste opstellingen liggen alle sterren op elke opname op een bekende positie. Het sterrenplaatje wordt over de berekende sterrenhemel gelegd als basis voor de meting. Met het vastpinnen van een tiental sterren is het werk welhaast



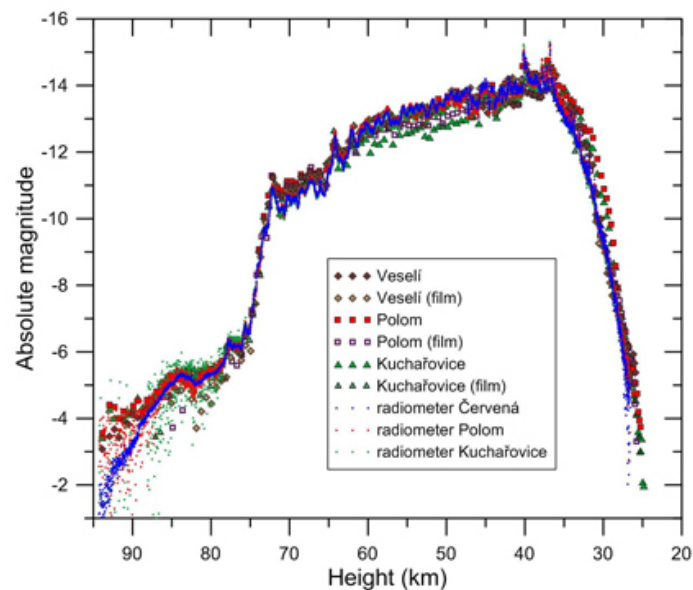
bekeken. Het programma meet vervolgens automatisch alle sterren tot aan een aangegeven magnitude en maakt elke stap de nauwkeurigheid groter. Bij een goed donkere hemel kan een 8 mm Sigma fish-eye zo'n 1000 sterren tot magnitude 6.5 tonen. Deze zijn binnen tien minuten uitgemeten tot op de horizon met bij de 8 mm een te behalen nauwkeurigheid van 0.006 graden. Dat lukt ons met onze Canon batterijen en analoge film nog niet eens! Op deze manier kan een groot aantal opnamen snel gecombineerd worden. De uiteindelijk te behalen nauwkeurigheden zijn onvoorstelbaar. We praten dan over meters. Dat een dergelijke manier van werken een



**Figuur 8.** De LCD shutters onderbreken het meteorspoor gesynchroniseerd op een real time klok. Break 4 en break 20 zijn overgeslagen. Die markeren de hele seconde. Meetscherm van de Žďár nad Sázavou meteoriet op 9 december 2014 van de opname van station Červená hora. Bron: *The Žďár nad Sázavou meteorite fall: Fireball trajectory, photometry, dynamics, fragmentation, orbit and meteorite recovery.* Pavel Spurný, Jiří Borovička, Lukáš Shrbený, *Astronomy and Astrophysics*.

enorme verkleining van een zoekgebied betekent (minimaal een factor 100 kleiner dan wat wij in het veld lopen te scharrelen) behoeft geen betoog. Ter illustratie een mooi geval van een recente vuurbol die tijdens mijn bezoek in de vorm van veel diagrammen op de beeldschermen voorkwam: de nieuwjaarsmeteoriet in Italië. Deze meteoriet is met veel bombarie in de pers verschenen als resultaat van (Frans) meet- en rekenwerk, maar in de praktijk kon er niet meer worden afgegeven dat het verzoek aan de plaatselijke bevolking in een flink gebied, om naar meteorieten uit te kijken. Deze werden toevallig gevonden door iemand die zijn hond uit liet.

Deze vuurbol bleek ook vastgelegd door vier Tsjechische en Oostenrijkse DAFO's vrijwel op de horizon op een afstand van 700 kilometer en over de Alpen. Zó wordt er gewerkt. Het berekende impactpunt komt exact overeen met de plaats van de vondst en omdat de meteorietval ook is vastgelegd met de high-speed tracking camera kunnen zeer nauwkeurige berekeningen van de dynamica en fragmentatie worden gedaan. Dáár hoor je niet over op social media...



**Figuur 9.** Deze weergave van de lichtcurves tegen de hoogte laat zien hoe fotografische registraties en PMT registraties perfect matchen bij gesynchroniseerde tijden op LCD shutters en PMT's.

Bron: *The Žďár nad Sázavou meteorite fall: Fireball trajectory, photometry, dynamics, fragmentation, orbit and meteorite recovery.* Pavel Spurný, Jiří Borovička, Lukáš Shrbený, *Astronomy and Astrophysics*.

#### LCD shutters en fragmenten

In vroegere situaties probeerden we de onderbrekingen in de meteorsporen zo klein mogelijk te houden. Door deze kunstmatige versiering kunnen mooie flares zo maar verdwijnen. Bij het

gebruik van PMT's voor de fotometrie is dit minder relevant: de pieken verschijnen wel in hoge resolutie in de PMT registratie. Grotere openingen tussen de lichtmoten maakt wel iets anders mogelijk: het individueel volgen van fragmenten na fragmentatie. Zo



**Figuur 10.** Pavel Spurný in zijn element op zijn buitenverblijf: de obervatietoren van zijn observatorium in Kunžak. Op deze plaats is het op zomeravonden ook goed toeven met een drankje. We zien twee DAFO's. De rechter is de spektrografische opstelling. Bij de linker opstelling zien we ook de wolkendetektor (het grijze kastje) en de GPS ontvanger. Links de high speed meteor tracking camera.

kunnen impact punten van afzonderlijke fragmenten individueel berekend worden. Met de nieuwe DAF's is dit al verschillende malen succesvol gebeurd.

#### Opslag van resultaten

Qua structuur en organisatie laat de meteor database van de IAU in Poznan nog veel te wensen over. Het is meer een ongeordend samenstel van merendeels excel bestanden zonder enige samenhang. Het Ondřejov team heeft duidelijk nagedacht over de archivering van de resultaten in de vorm van een zelf ontwikkelde database gebaseerd op HTML. Niet alleen de rekenresultaten als banen en trajecten zijn daar in terug te vinden, maar ook de basisgegevens, uitmeetdata en de originele plaatjes en PMT registraties.

#### Organisatie van het EN

Een netwerk van autonome camera's is natuurlijk iets waar wij binnen DMS van gruwen. Wij willen zelf met onze hobby bezig zijn. Zelf alle plaatjes onder onze ogen door laten gaan. Bij CAMS worden deze geluiden al meer gesignaleerd. Het zelf confirmeren en bekijken van de resultaten geeft voldoening en als dat



**Figuur 11.** High speed meteor tracking camera en een batterij Watec cameras. Observatorium Kunžak.

geautomatiseerd wordt, valt voor velen de motivatie tot deelname weg. Over dit aspect de nodige discussies met Pavel cs. gevoerd. Het menselijke aspect van de hobby is bij DMS anders dan bij het professionele netwerk. Toch, als wij betere resultaten willen produceren met

onze toestellen, zullen we domme routine handelingen uit ons systeem moeten weghalen. Ik denk dan aan het buitenzetten en binnenhalen van de kastjes (vaste opstellingen!), het in- en uitschakelen (ook bij afwezigheid). Natuurlijk wil eenieder elke nacht zijn

plaatjes zien. Maar of het elke dag doorlopen van de bewolkte plaatjes na een aantal weken ook nog leuk is? Niet draaien is geen optie! Die superbolide of meteorietdropping houdt geen rekening met al deze sentimenten. Kastjes moeten draaien!

### Overige activiteiten

Tijdens mijn vierdaags bezoek maakten we ook een trip naar Kunžak, de thuisbasis van Pavel Spurný.

Onderweg bezochten we het graf van Zdenek Cepelcha in zijn vroegere woonplaats Stříbrná Skalice, op zo'n 5 km van Ondřejov. Daar, op het kleine intieme begraafplaatsje rust een van de grondleggers van het mondiale meteorooronderzoek. Een bescheiden steentje met daarop een sterrenhemel met meteor afgebeeld herinnert aan deze markante persoonlijkheid.

In Kunžak, ongeveer 90 km ten zuiden van Ondřejov, heeft Pavel eigenhandig Ondřejov-2 opgebouwd. Een volledige spiegel van alle apparatuur op het hoofdkwartier in Ondřejov inclusief servers, werkruimten en meet- en rekenfaciliteiten. Een extreme vorm van 'je werk mee naar je huis nemen' maar het geeft wel veel vrijheid om ook thuis te zijn. De staf in Ondřejov kan ook vanuit Kunžak aangestuurd worden. En, aldus Pavel, '... na mijn pensionering, over een paar jaar, laat ik alle administratieve gedoe en vergaderingen achter me, en kan ik de echte wetenschap gewoon thuis voortzetten..' En dan heb ik meer ruimte voor mijn andere hobby... bosbouw...

Na een voortreffelijke lunch in de gezellige nieuwe woning (ook zelf gebouwd!) bereid door vrouw Anna, die hier ook haar eigen werkruimte als kinderarts heeft, bezochten we Pavels bossen, een gebied ongeveer half zo groot als het Deelerwoud en gelegen rondom zijn observatorium. De droogte van de laatste jaren met weinig regen in de zomer en nauwelijks sneeuw in de winter, heeft een ravage aangericht in de bossen. Inderdaad konden we half januari zonder jas buiten lopen terwijl daar een pak sneeuw hoort te liggen. 80% van de Oost-Europese (naald) bossen is door de droogte aangetast door de bastkever en dat betekent een troosteloos gezicht van eindeloze bossen met dode bomen. De overheid verplicht tot kappen van aangetaste bossen en dat betekent vier dagen in de week astronoom en drie dagen bosbouwer.



**Figuur 12.** (boven) Observatorium Kunžak: de high speed tracking camera met daarachter de PMT opstelling en wolkendetektor.



**Figuur 13.** (links) Wolkendetektor en neerslagdetektor

### Samenwerking bekroond

Tijdens mijn verblijf in Ondřejov kon ik gebruik maken van een 'eigen' kantoorje waar vele bekenden uit de meteoronexpedities in de jaren negentig, ook al weer wat ouder, in en uit kwamen lopen. Dat gaf de gelegenheid om wat meer ervaring op te doen met het omvangrijke fish-scan programma immers de beide vraagbaken, de grootste gebruiker en de ontwikkelaar konden meteen om hulp en advies worden gevraagd. Pavel demonstreerde de automatisch werkende nieuwste versie waarmee we een aantal testopnamen van onze posten Ermelo en Twisk tot aan de theoretisch te behalen nauwkeurigheid van 0.006 graden tot vlak boven de horizon konden uitmeten. Met automatisch meten wordt de cursor automatisch op het centrum van het sterbeeldje gecentreerd en kies het programma zelf alle sterren in het aangegeven veld tot een aangegeven helderheid. Binnen een minuut of tien kunnen zo tot 1000 sterren gemeten worden.

De avond voor vertrek tekenden wij een, voor een amateurorganisatie, toch wel

We maakten een wandeling door zijn troosteloze bossen met als hoop de sprietjes van nieuwe bomen die over een jaar of veertig hopelijk weer mooie bossen kunnen worden. Inmiddels is er voldoende hout om vele jaren zowel de sterrenwacht als de eigen woning te kunnen verwarmen. Het hout verdwijnt in een met EU certificaten overladen AA+ houtkachel...

De sterrenwacht in Kunžak is uitgegroeid tot een waar buitenverblijf met gastenvertrekken, een gezellig eetzaaltje, veranda met uitzicht op de foeragerende vogels en reeën, een observatiekoepel met forse telescoop en de hoge waarnemingstoren, bekroond met het, zoals Pavel het zelf omschrijft, 'best uitgeruste meteorobservatorium ter wereld'.

heel bijzondere samenwerkingsovereenkomst. Deze houdt onder andere in, dat wij, binnen onze mogelijkheden, gaan proberen om onze all-sky stations op een hoger plan te brengen, wij bijzondere events sneller en efficiënter met elkaar gaan delen én dat wij als DMS de unieke beschikking krijgen om van de automatische meetsoftware gebruik te mogen maken. En daar zijn de afgelopen maanden inmiddels de eerste simultane vuurbollen mee doorgerekend. De betrokken cameraoperators hebben inmiddels gemerkt, dat de doorwerkijd voor het volledig doorrekenen van een simultane vuurbol is teruggebracht van een dag tot enkele uren en dat de nauwkeurigheid van metingen en eindresultaat aanzienlijk zijn verbeterd. Uiteraard is het niet alles meteoren geweest wat de klok sloeg. Europa, politiek, klimaat... alles passeerde de revue bij het goede Tsjechische bier in el Pietro. Met de belofte om het volgende bezoek niet weer tien jaar verder te plannen nam ik na vier dagen weer afscheid. Langs deze weg dank ik Pavel Spurný voor de genoten gastvrijheid én het kritisch doorlezen van dit verslag.

**Figuur 14.** (boven) Pavel Spurný in de desolate vlakte van wat eens zijn bos was. 16 januari 2020.

**Figuur 15.** (rechts) Deze foto laat duidelijk zien welk formaat woudreuzen er de afgelopen maanden gekapt zijn.

**Figuur 16.** (rechtsonder) Voor de komende jaren is er voldoende hout voor de verwarming van woning en sterrenwacht.

**Figuren 17 en 18.** (onder) De vernietigende invloed van de bastkever.





# De Murchison meteoriet onder de loupe gelegd



Jean Marie Biets

Onderzoekers van de Universiteit van Chicago hebben in een nieuwe studie aan de Murchison meteoriet verrassende ontdekkingen gedaan. Zo vonden ze sterrenstof (microscopische stofdeeltjes) dat 5 tot 7 miljard jaar oud zou zijn, het oudste vaste materiaal ooit op aarde gevonden.

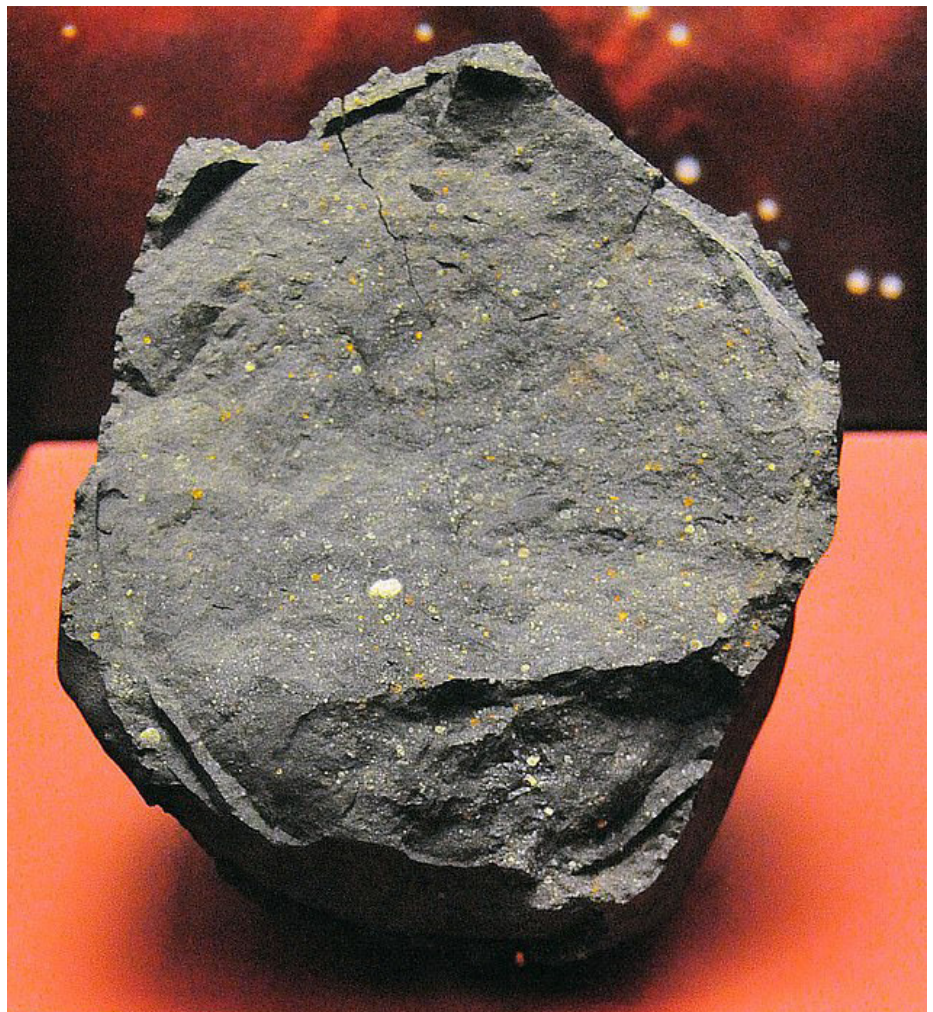
Deze meteoriet kwam op aarde terecht in Victoria nabij Murchison (Australië) op 28 september 1969. Er werd destijds een vuurbol gezien die in drie stukken brak. Net zoals bij de Chelyabinsk meteoriet werd er een rookspoor gezien en even later een beving gevoeld. Een aantal stukken werden gevonden op de straat en één ging zelfs door een dak. Het is één van de meest bestudeerde meteorieten ooit.

Het soort deeltjes dat ze gevonden hebben is van een soort die slechts in 5 procent van de op aarde neergestorte meteorieten voorkomt. Volgens onderzoeker Prof. Philipp Heck zaten deze deeltjes vast in de meteoriet waar ze miljarden jaren onveranderd bleven.

Omdat de korrels worden gevormd wanneer een ster sterft, vertellen ze ons meer over de geschiedenis van sterren. En dat is interessant. Het draagt namelijk bij aan het voortdurende debat tussen wetenschappers over de vraag of de snelheid waarmee nieuwe sterren zich vormen constant is, of dat dat gebeurt door middel van pieken en dalen. De bevindingen van de huidige studie duiden nu op de laatstgenoemde theorie. 'We hebben meer jonge korrels – tussen de 4,9 en 4,6 miljard jaar oud – gevonden dan we hadden verwacht,' zegt Heck. 'Onze hypothese is dat het grootste deel van die korrels werd gevormd tijdens een periode waarin er veel nieuwe sterren werden geboren.' Dat vond waarschijnlijk zo'n 7 miljard jaar geleden plaats, tijdens een zogenaamde astrale babyboom. 'Sommige wetenschappers denken dat de snelheid waarmee nieuwe sterren gevormd worden constant is,' zegt Heck. 'Maar dankzij de ontdekte korrels hebben we nu direct bewijs gevonden



Figuur 1. Locatie van het plaatsje Murchison waar de meteoriet neerkwam.



Figuur 2. Eén van de Murchison meteorieten in het Museum of Natural History, Washington, D.C.

voor het tegenovergestelde. Dit is één van de belangrijkste bevindingen uit de studie.'

The Murchison meteoriet is dus één van de weinige meteorieten die rijk is aan presolaire deeltjes. Het extraheren van presolaire korrels voor meteorieten is een proces in meerdere stappen.

'Het begint met het verpletteren van fragmenten van de meteoriet tot een poeder,' verklaarde Field Museum-geoloog Jennika Greer. 'Als alle stukjes gescheiden zijn, is het een soort pasta en heeft het een scherpe eigenschap - het ruikt naar rotte pindakaas.' Deze 'pasta' wordt vervolgens opgelost met zuur totdat alleen de presolaire korrels overbleven - een proces dat professor Heck vergelijkt met het afbranden van een hooiberg om de naald te vinden die erin is verborgen.

Presolaire korrels voor deze studie werden ongeveer 30 jaar geleden geïsoleerd door de Murchison-meteoriet door experts van de Universiteit van Chicago.

De meteoriet behoort tot de CM groep van koolstofhoudende chondrites. Net als andere CM-chondrieten bevat Murchison overvloedige calcium-aluminiumrijke insluitsels. Meer dan 15 aminozuren, enkele van de basiscomponenten van het leven, zijn geïdentificeerd tijdens meerdere studies van deze meteoriet. Murchison bevat veel voorkomende aminozuren zoals glycine, alanine en glutaminezuur en ongebruikelijke zoals isovaline en pseudoleucine.

Om te eindigen wil ik nog even zeggen dat ik de trotse eigenaar ben van een heel klein stukje Murchison in mijn meteorietencollectie. Zie figuur 3.

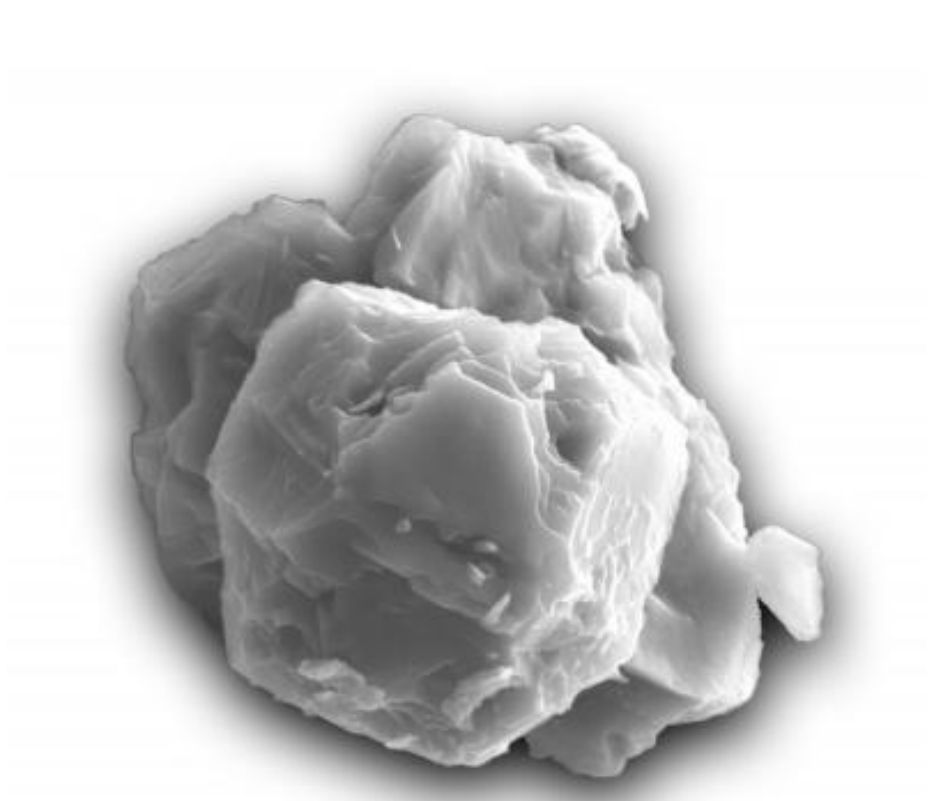
#### Bron

<https://www.pnas.org/content/117/4/1884>

Lifetimes of interstellar dust from cosmic ray exposure ages of presolar silicon carbide.



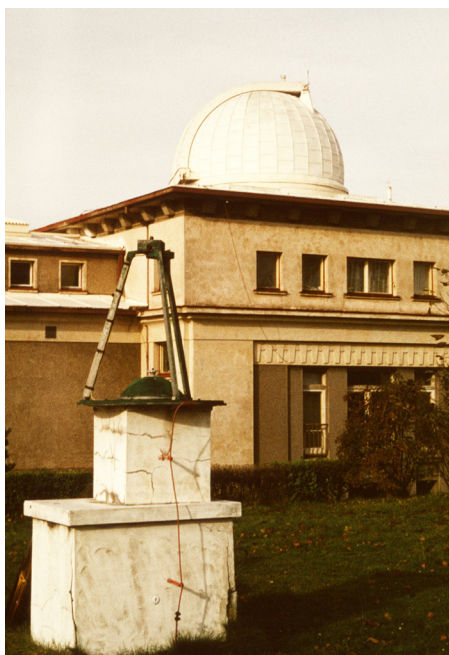
**Figuur 3.** Klein stukje van de meteoriet in de privécollectie van de auteur.



**Figuur 4.** Presolair deeltje van 8 micrometer gevonden op de meteoriet.

# Uit de oude doos: 38 jaar geleden

Hans Betlem



Het recente bezoek aan Ondřejov vormde een goede reden om de oude doos eens met plaatjes uit het eerste bezoek, in november 1981, te vullen. De Zeiss Distagonscamera's draaiden voor het eerst op proef op enkele stations; het merendeel van de EN camera's bestond nog uit spiegelcamera's. Eén stond er recht voor de deur van het oude hoofdgebouw. Op deze zelfde plek is nu een aardig museumpje ingericht. Zdenek Cepelcha zwaaide nog de scepter over het EN. De glasplaten van de nieuwe Distagon kastjes kwamen per

post. Het adres van de waarnemingspost was in de ene kant van de schuifdeksel gegraveerd; het adres van de sterrenwacht in Ondřejov in de andere kant. Deksel omdraaien, onbelichte glasplaten er in, vastschroeven en even naar het postkantoorje aan de overkant brengen (zit er nog steeds). En Zdeneks kantoor, toen nog in het oude hoofdgebouw, was een gezellige rommel. In de entree hing een enorme oorkonde van de communistische partij met een rode ster van verdienste. Op dezelfde plek hangt nu en grote

flatscreen die de dagbijeekkomsten toont. Een ding is helemaal niet veranderd: de warme hap (soep, pasta, aardappelen of rijst) in de kantine tussen de middag....