

Oktoberzwermen onder de loupe met videowaarnemingen

Marc de Lignie ¹ en Hans Betlem ²

1 Prins Hendriklaan 42, 2264 SN Leidschendam

2 Lederkarper 4, 2318 NB Leiden

English summary

Double-station video observations in The Netherlands on October 21/22, 1995, resulted in 67 orbits among which 32 Orionids, 4 Southern Taurids and 3 Leo Minorids. For the Orionid radiant new values for the radiant motion are derived that are argued to be more plausible than the existing literature values. Little structure is present in the Orionid radiant although its width is shown to increase for small particles. As in other video samples around 20 October, the Epsilon Geminids are not present and it is concluded that the activity of this shower must be lower than currently believed from visual observations. On the other hand, the Leo Minorids were clearly present and new values for their radiant position and motion are presented.

Inleiding

Na de succesvolle videowaarnemingen van de Orioniden in 1993 [1], was DMS sterk gemotiveerd om verdere waarnemingen aan deze zwerm te verrichten. De volgende gelegenheid was de nacht van 21/22 oktober 1995, toen Klaas Jobse zijn video-apparatuur opstelde onder een heldere hemel in Oostkapelle (EL 3° 33', NB 51° 34', 0 m), Jaap van 't Leven in Boschenhoofd (EL 4° 33', NB 51° 34', 4 m) en Hans Betlem in Ratum (EL 6° 48', NB 51° 58', 41 m). In 7 uur legden zij 67 meteoren voldoende nauwkeurig vast om de bepaling van baanelementen mogelijk te maken. Hieronder volgen de resultaten van deze waarnemingen met een analyse van de benodigde aanpassingen van de "general facts" van de Orioniden, Epsilon Geminiden en Leo Minoriden. Een analyse van de Tauriden wordt bewaard tot een later artikel.

Waarnemingen en datareductie

De drie gebruikte videocamera's bestaan uit een tweede generatie beeldversterker, een F/1.2 55 mm of 85 mm foto-objectief en een Hi-8 camcorder. Het beeldveld van deze camera's is ongeveer 25 graden en de grensmagnitude ligt rond de +8 voor sterren en rond de +6 voor simultane meteoren. De drie camera's werden gericht op een gemeenschappelijk punt in de atmosfeer dat ongeveer 100 km boven het aardoppervlak lag. Voor de datareductie werd het Astro Record meetprogramma en de software uit Ondrejov gebruikt. De exacte procedure staat in meer detail beschreven in [1] en [2]. De resulterende trajecten en baanelementen zijn te vinden in tabel 1 en tabel 2.

Tabel 3 geeft schattingen voor de video ZHR, volgens:

$$VZHR = \frac{N}{N_{spo}} \frac{3.4^{\Delta M}}{\sin(h_{rad})} HR \quad (1)$$

$$HR = 10 + 1.5 \cos(230 - \lambda_o) \quad (2)$$

$$\Delta M = \left(1 - \frac{\log r}{\log 3.4} \right) \left(< M_{spo} > - 3.24 \right) \quad (3)$$

In deze vergelijkingen wordt aangenomen dat de visuele HR wordt weergegeven door vergelijking (2) en dat de sporadische achtergrond bij een grensmagnitude van +6.5 wordt gekarakteriseerd door een gemiddelde visuele magnitude van +3.24 en een populatie-index van 3.4. Vergelijking (3) corrigeert voor het effect dat voor een grensmagnitude hoger dan +6.5 het aantal sporadische meteoren sneller toeneemt dan het aantal zwermmeteoren.

Stream	Ori	S-Tau	N-Tau	ε-Gem	LMi
N	32	4	0	0	3
Video ZHR	16	2.0	0	0	1.1

Tabel 3 : *Activiteit van de zwermen op basis van een vergelijking tussen het aantal zwermleden en het aantal sporadische meteoren.*

en radarwaarnemingen dat soms activiteitsverhogingen in de zwerm van ongeveer een dag optreden.

Met betrekkingen tot de radiantpositie spreekt een aantal bronnen van een zwakkere secundaire radiant ongeveer 3 graden ten noorden van de Orionidenradiant [5]. De radiantdrift in de literatuur varieert heftig van 0.65 tot 1.23 graden per graad zonslengte in rechte klimming en van 0.06 tot 0.22 graden in declinatie [6], maar meestal wordt uitgegaan van $\Delta RA=0.65$ en $\Delta DE=0.11$ op basis van de IAU fotografische database.

De huidige waarnemingen kunnen weinig zeggen over het activiteitsprofiel maar kunnen wel licht werpen op de kennis van het radiantgebied en de radiantdrift. Dit geldt in het bijzonder als het huidige sample wordt gecombineerd met de Orionidenwaarnemingen van 1993 rond zonslengte 206 [1]. In tabel 4 staan de gemiddelde Orionidenbanen van 1993 en 1995 samen met de gemiddelde baan op basis van de fotografische database van de IAU. Hoewel de verschillen nauwelijks significant genoemd mogen worden, komt het 1995 sample iets beter overeen met de fotografische gegevens, waarschijnlijk omdat de gemiddelde knoopposities van deze samples toevalligerwijs beter overeenkomen.

Voor het berekenen van de geocentrische radiantdrift is naast de twee video samples ook het onafhankelijke sample van 12 Orioniden uit de DMS fotografische database gebruikt [7]. Laatstgenoemde gegevens hadden niet veel invloed op de resulterende radiantdrift maar verhoogden wel de nauwkeurigheid hiervan. In de regressie-analyse werden vier videometeoren verwijderd omdat hun radiantcoördinaten meer dan drie maal de standaarddeviatie van het gemiddelde afweken. De resultaten voor equinox J2000.0 zijn:

$$RA_g = 94^\circ.99 + (+0^\circ.90 \pm 0^\circ.07) \times (\lambda - 208^\circ.00)$$

$$DE_g = 15^\circ.80 + (+0^\circ.10 \pm 0^\circ.04) \times (\lambda - 208^\circ.00)$$

De opgegeven plus- en minwaarden volgen direct uit de regressie-analyse, waarbij een normale distributie van de radiantpunten is aangenomen. Bijvoorbeeld, in een groot aantal ensembles van waargenomen radiantpunten zou 68% van de bewegingen in rechte klimming vallen tussen 0.83 and 0.97 en 95% tussen 0.76 en 1.04.

Het is niet duidelijk waarom de gevonden waarde van de beweging in rechte klimming hoger is dan die op basis van de IAU database. We kunnen slechts opmerken dat het huidige sample twee keer zo groot is als het IAU sample en dat het homogener is in nauwkeurigheid. De nauwkeurigheid van de radiantpunten in het huidige sample is mooi te zien in tabel 2 voor de meteoren die vanuit 3 stations zijn waargenomen. Hiervoor zijn de fouten in de radiantcoördinaten erg zeker, omdat ze zijn afgeleid van de verschillen tussen de drie radiantpunten die worden bere-

kend uit de drie mogelijke paren uit een set van drie meetoorsporen.

Naast de nauwkeurighedsargumenten kunnen we ook zoeken naar theoretische argumenten waarom de gevonden radiantdrift aannemelijker is dan de standaard literatuurwaarde. De radiantdrift van een zwerm kan modelmatig worden geschat door aan te nemen dat tijdens de passage van de Aarde door de zwerm alle baanelementen van de zwerm gelijk blijven met uitzondering van de klimmende knoop. Je verwacht dat zo'n model correct is wanneer de zwerm gedurende de eeuwen sneller evolueert in de klimmende knoop dan in de andere baanelementen. Voor langperiodieke zwermen zoals de Perseiden (model geeft $\Delta RA=1.39$, $\Delta DE=0.27$) en de Eta Aquariden (model geeft $\Delta RA=0.93$, $\Delta DE=0.37$), de zusterzwerm van de Orioniden, werkt dit model wonderwel. Daarom zou je verwachten dat het model ook van toepassing is op de Orioniden, waar het een radiantbeweging geeft van +1.03 graden per graad zonslengte in rechte klimming en -0.04 graden in declinatie. We zien dan dat de huidige gevonden waarden voor de radiantbeweging van de Orioniden dichter bij deze modelwaarden liggen dan de "oude" literatuurwaarden.

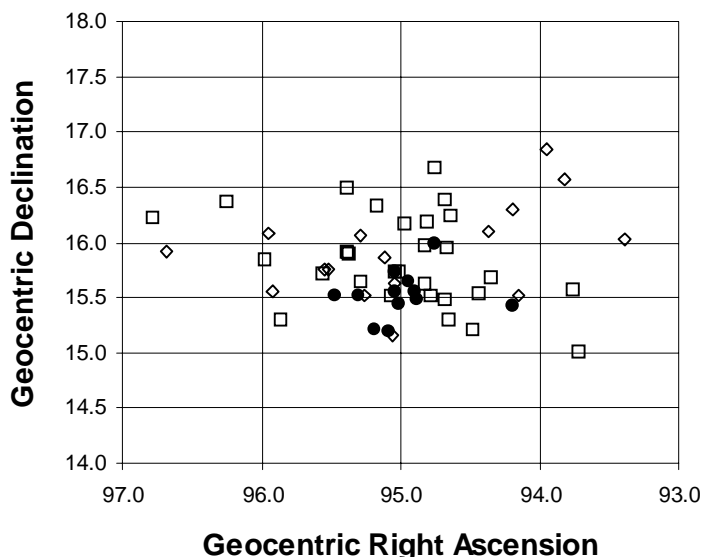
Als de radiantdrift eenmaal bekend is, kun je het radiantgebied tekenen door alle individuele radiantpunten te verschuiven naar een gemeenschappelijke zonslengte (zie figuur 1). Het radiantgebied van de Orioniden vertoont niet veel structuur. Het heeft een dichte ronde kern met een diameter van ongeveer één graad, met daaromheen een minder dicht gebied dat voornamelijk uit zwakke meteoren bestaat, vooral langs de rechte klimmingsas maar ook enigszins ten noorden van de kern. Dit blijkt ook uit tabel 5, waar de varianties van de distributies van radiantpunten staan weergegeven voor de drie verschillende samples van figuur 1. Realiseer dat de kleinere deeltjes echt een breder radiantgebied beslaan; hoewel de videowaarnemingen minder nauwkeurig zijn dan de fotografische, vormen ze geen beperking in de bepaling van de spreiding in de radiant. Bijvoorbeeld, in [8] werd op basis van videowaarnemingen een variantie van 0.27 graden gevonden in de radiantcoördinaten van de Alfa Monocerotiden tijdens de uitbarsting van 1995.

Het effect van een afnemende radiantbreedte als functie van een toenemende zonslengte - dit werd gevonden uit radarwaarnemingen [6] - wordt niet bevestigd door de huidige waarnemingen. Ook is er geen spoor van een secundaire radiant ten noorden van de hoofdradiant in het magnitude-interval dat door de videowaarnemingen wordt bestreken (+1 to +6).

Alleen meteor 95361 zou tot zo'n radiant kunnen behoren.

Source	n	q	a	e	i	ω	Ω	Vg
video 1993 [1]	17	0.598	18.9	0.970	163.9	79.3	25.8	66.8
video 1995	32	0.585	13.0	0.956	164.5	81.1	28.3	66.6
video average	49	0.590	14.6	0.961	164.3	80.5	27.4	66.6
foto IAU [10]	27	0.575	11.5	0.951	164.3	82.7	28.9	66.3

Tabel 4. Gemiddelde banen (J2000.0) van de 1993 en 1995 samples van DMS videobanen vergeleken met de baan afgeleid van fotografische waarnemingen



Figuur 1. Eenzestig Orioniden radiantpunten (J2000.0), verschoven naar zonslengte 208.00. De vierkantjes zijn de nieuwe punten, the ruitjes zijn de oude punten en the cirkeltjes komen uit de DMS fotografische database [7].

Tabel 5. Grootte van het radiantgebied uitgedrukt in varianties ($\sqrt{\langle(x-\langle x \rangle)^2\rangle}$) in de drie verschillende samples van figuur 1.

Sample	$\langle node \rangle$	Var RA	Var DE	Mv
Video 1995	28.28	1.16	0.95	+3.1
Video 1993	25.81	1.14	0.41	+3.4
DMS photo	27.02	0.31	0.21	-2.8

Epsilon Geminiden

Een opvallende afwezigheid in de lijst van waargenomen meteorenzwermen is de Epsilon Geminidenzwerm. Volgens [3] en [4] zou de visuele ZHR van deze zwerm 1.5 moeten zijn bij zonslengte 208. Gezien het feit dat voor de Epsilon Geminiden een zelfde r-waarde wordt gevonden als voor de Orioniden, dat de ZHR van de Orioniden gelijk is aan 16 bij de waargenomen zonslengte en dat de

Epsilon Geminiden een wat hogere radianthoogte hebben dan de Orioniden, had je verwacht 3 of 4 Epsilon Geminiden waar te nemen. Vergelijkbare discrepanties, i.e. een te klein aantal waargenomen Epsilon Geminiden, traden op in de videowaarnemingen van [1] waar men 3 Epsilon Geminiden had verwacht bij zonslengte 205.8 en er slechts één zwermlid verscheen, en van [9] waar men 3 Epsilon Geminiden verwachtte nabij zonslengte 208.7 en er uiteindelijk maar één waarnam.

De discrepantie tussen aantallen waargenomen Epsilon Geminiden op basis van visuele en videowaarneming zou wat minder scherp zijn, als de r-waarde 2.0 zou zijn in plaats van 3.0. Dit verlaagt de relatieve zichtbaarheid van de zwerm bij hogere grensmagnitudes en verklaart ook waarom de zwerm werd ontdekt op basis van fotografische in plaats van visuele waarnemingen.

Alles bij elkaar suggereren de huidige waarnemingen dat de ZHR van de Epsilon Geminidenzwerm ten minste een factor twee lager is dan gesteld in [3] and [4] en dat de r-waarde wel eens flink wat lager zou kunnen zijn dan algemeen wordt aangenomen. Dit betekent dat de zwerm nauwelijks de visuele detectielimiet haalt, zelfs niet als er wordt geplot. De hoge aangenomen r-waarde en ZHRs zijn waarschijnlijk het gevolg van sporadische vervuiling; inderdaad bevat tabel 2 een flink aantal sporadische radianten ten oosten van de Orionidenradiant.

Leo Minoriden

Hoewel de Leo Minoriden als zwerm bekend staan in de literatuur [3][10], is het beschikbare waarnemingsmateriaal behoorlijk schaars en staan ze zelfs niet vermeld in de IMO zwermenkalender. Het was daarom een verrassing dat het huidige sample van 67 meteoroidenbanen maar liefst drie Leo Minoriden bevat. Van fotografische waarnemingen zijn maar vier high precision Leo Minoridenbanen bekend [7] [10], dus het huidige sample is een welkome aanvulling op dit aantal. In tabel 6 staan de gemiddelde banen uit de fotografische en de videowaarnemingen, samen met een overall gemiddelde. Ook [9] bevat nog twee video Leo Minoriden, maar deze banen werden niet gebruikt bij het bepalen van de gemiddelden.

Merk op dat de videoradianten een iets kleinere declinatie hebben dan de fotografische radianten, hetgeen natuurlijk ook doorwerkt in de gemiddelden voor q, i and ω (omega). Ook zijn de banen sterk geconcentreerd rond zonslengte 209, hetgeen suggereert dat de zwerm wel eens

Source	n	q	a	e	i	ω	Ω	Vg	RAg	DEg
foto DMS+IAU	4	0.641	33.6	0.985	124.5	106.3	209.9	61.8	160.7	37.2
video DMS	3	0.607	58.1	0.989	125.9	102.4	208.3	62.0	159.5	36.2
average	7	0.627	41.0	0.987	125.1	104.6	209.2	61.9	160.2	36.8

flink nauwer kan zijn dan algemeen wordt aangenomen

Tabel 6. Baanelementen en radianten (J2000.0) van de bekende *high precision* Leo Minoriden.

([3] vindt 6 dagen lang een ZHR boven ZHRmax/e). Ten slotte laat het complete Leo Minoriden sample voor het eerst een bepaling toe van de radiantbeweging en radiantspreiding.

Conclusie

Eens te meer geven videowaarnemingen een belangrijke aanvulling op bestaande visuele en fotografische waarnemingen. We zien dit bij zowel de grote zwermen (Orioniden) als de kleine zwermen (Epsilon Geminiden en Leo Minoriden).

Referenties

- [1] Marc de Lignie en Klaas Jobse, Double-Station Video Observations of the 1993 Orionids, *Radiant* **17** (1995) 99-106
- [2] Marc de Lignie en Klaas Jobse, Double-Station Video Observations of the 1995 Quadrantids, *WGN* **24** (1996) 20-26
- [3] Peter Jenniskens, Meteor Stream Activity I: The Annual Streams, *Astron. Astrophys.* **287** (1994) 990-1013
- [4] IMO Monograph No 2: Handbook for Visual Meteor Observers, Juergen Renstel, Rainer Arlt and Alastair McBeath Eds., 1995
- [5] G.W. Kronk, Meteor Showers: a Descriptive Catalogue, Enslow, Hillside, New Jersey 1988
- [6] J. Jones, Radar observations of the Orionid meteor shower, *Mon. Not. R. astr. Soc.* **204** (1983) 765-776
- [7] Hans Betlem, Summer and autumn 1995: a fine harvest of double station meteors, *Radiant* **18** (1996) 75-77
- [8] P. Jenniskens, H. Betlem, M. de Lignie en M. Langbroek, The Detection of a Dust Trail in the Orbit of an Earth-Threatening Long-Period Comet, *Astrophys. J.* **479** (1997) 441-447
- [9] Yoshihiko Shigeno, Hiroyuki Shioi en Shoichi Tanaka, Double-Station TV Meteor Observations, *WGN* **24** (1996) 37-42 + 161-170, **25** (1997) 161-165
- [10] B. Lindblad, Physics and Orbits of Meteoroids, in The Evolution of Small Bodies of the Solar System, Soc. Italiana di Fisica, Bologna, Italy, 1987