

Waarnemingsmogelijkheden in mei en juni

Koen Miskotte ¹

1. De Heuvel 6, 3853 EW Ermelo

Mei.

Een mooie periode om waarnemingen te verrichten en te oefenen voor de grote zomeracties zijn de maanden mei en juni. Groot voordeel is dat de nachttemperaturen weer meer zomerse waarden bereiken, alhoewel nachtvorst in mei niet uit te sluiten is! De nachten worden nu wel heel snel korter. Aan het begin van de maand kan een waarnemer nog vier uur klokken, aan het einde van de maand is dat nog maar twee uur. Daar komt dan nog bij dat de “grijze” nachten vanaf eind mei weer van de partij zijn. Laag in het noorden is dan een blauwachtige gloed waarneembaar die in de loop van de nacht met de zon mee beweegt. Ondanks alles is er weer genoeg waar te nemen (zie tabel 1.) De sporadische activiteit is nog steeds laag, maar ook weer afhankelijk van de kwaliteit van de lucht. Bij zeer heldere lucht zijn soms meer dan tien meteoren per uur zichtbaar.

De sterrenhemel in mei is best wel mooi, in de avond staan de sterrenbeelden Leeuw en Maagd in het zuidwesten, terwijl in het noordwesten Tweelingen vrijwel loodrecht op de horizon staat. Na korte tijd gaat dit sterrenbeeld onder. Laag in het zuiden wordt na middernacht de Schorpioen zichtbaar en met dit sterrenbeeld de radiant van de bekende Scorpiïden. In het oosten komt de zome r-driehoek op. Laag in het noorden schittert de ster Capella en staat Perseus in onderculminatie. Echter, aan het einde van de nacht staat Perseus alweer wat hoger en dat roept bij ondergetekende altijd weer het “Perseïden gevoel” op: ze komen weer! Deze maand zijn er geen heldere planeten zichtbaar aan de sterrenhemel, alleen Mars is aan het begin van de nacht laag boven de noordwestelijke hori-

| Zwerm | Periode | Maximum Tijd | | ZHR | Opmerking |
|---------------|-------------------|--------------|----------|-----|------------------------|
| | | Datum | (UT) max | | |
| η Aquariden | 15 april - 26 mei | 6-mei | | ~40 | |
| η Lyriden | Onbekend | 10-mei | | ? | |
| α Scorpeids | 5 - 21 mei | 15-mei | | 3 | |
| ω Scorpeids | 28 mei - 10 juni | 1-jun | | 3 | |
| Sagittarids | 21 mei - 25 juli | 21-jun | | 2 | |
| γ Delphinids | Onbekend | 11-jun | 1:00 | ? | Uitb. in 1930, ZHR 200 |
| ξ Draconids | Onbekend | 16-jun | 0:45 | ? | Uitb. in 1996, ZHR 30 |
| juni Bootiden | Onbekend | 27-jun | 0:10 | ? | Uitb. in 1998, ZHR 90 |
| Perseïden | Vanaf 26 juni? | 12/13-aug | | 80 | |

Tabel 1 : Overzicht zwermen mei en juni 2000.

zon zichtbaar. Tevens is het ook leuk om in deze tijd, als de waarnemingen gestopt zijn, even de genieten van de typische voorjaarsgeluiden. Met name de vogels laten zich dan gelden.

De beste periode om waarnemingen te doen is van 1 tot 10 mei, daarna volgt een periode met maanlicht (de maan is vol op 18 mei) waarna rond 22 mei waarnemingen weer gestart kunnen worden. Echter, de grijze nachten zijn dan alweer begonnen. Meerdere zwerpjes zijn actief in mei, hieronder volgen ze:

η Aquariden.

Een mooie zwerm...voor het zuidelijk halfrond. Echt zinvolle waarnemingen zijn eigenlijk alleen afkomstig vanaf het zuidelijk halfrond. Daar is het immers bijna winter en duren de nachten erg lang. In Nederland ligt het even anders: de radiant komt op rond 1:10 UT, terwijl om 1:18 UT de astronomisch schemering begint. De radiant staat dan op zo'n twee graden hoogte in het oosten. Er kan waargenomen worden tot 2:15 UT, maar ook dan staat de radiant slechts op 9 graden hoogte. Er is dan ook maar een

kleine fractie van de activiteit waarneembaar, de combinatie van een zeer lage radiantstand en opkomende schemering hakt behoorlijk in op het uiteindelijk aantal zichtbare meteoren van deze zwerm. U moet tevreden zijn als U er een of twee gezien heeft! Bovenstaande houdt ook in dat het alleen “zin” heeft om waarnemingen te doen tijdens de maximum periode van de zwerm, dat is enkele dagen rond 6 mei (ZHR ~40). De afgelopen jaren is het voor een aantal waarnemers binnen DMS een “sport” geworden om op η Aquariden te jagen. Carl Johannink, Marco Langbroek en ondergetekende is het al enkele keren gelukt om een, voor Nederland, zeldzame η Aquaride te verschalken (o.a. 3).

De η Aquariden staan natuurlijk bekend als de zwerm afkomstig van de komeet Halley, evenals de Orioniden. Doordat de η Aquaridenzwerm dicht bij de aarde komt is de maximum activiteit hoger dan die van de Orioniden met ZHR's van resp. 40 en 20. De zwerm produceert over het algemeen zwakke meteoren. Ze zijn snel (63 km/sec) en laten regelmatig nalichtende sporen na. De radiant ligt

| Datum | Tijd | Radiant | | Hoogte radiant |
|---------|-------|---------|-----|----------------|
| | UT | RA | DEC | |
| 26 juni | 22:00 | 14h51m | +47 | 70 graden |
| 26 juni | 23:00 | 14h51m | +47 | 61 graden |
| 26 juni | 0:00 | 14h51m | +47 | 53 graden |
| 26 juni | 1:00 | 14h51m | +47 | 44 graden |

Tabel 2 : Radiant hoogten juni Boötiden.

op 6 mei in het bekende “mercedesje” van Aquarius (figuur 1).

η Lyriden.

Een heel klein zwermpje dat marginale activiteit geeft rond 9 mei. De stofdeeltjes zijn afkomstig van de komeet 1983-d :IRAS-Araki-Alcock. De Radiant van deze zwerm bevindt zich ergens op de grens tussen Hercules en de Lier. Het gaat hier om medium snelle meteoren. Volgens Marco Langbroek is de zwerm een prima farcomet uitbarstingskandidaat. Dus is het handig om de “jacht op een η Aquaride” te combineren met het waarnemen van deze zwerm. Lees verder ook (4). Rond deze tijd zijn ook de

α Scorpiïden

weer actief De radiant van deze zwerm bevindt zich in het “waaertje” in de Schorpioen en is actief tussen 6 en 21 mei. Met een maximum ZHR van 3 rond 16 mei (1) mag een waarnemer er niet teveel van verwachten. Maar ze laten soms heel fraaie meteoren zien! Ondergetekende zag in 1991 en 1999 enkele statig en traag (35 km/sec) bewegende “balletjes met een staart” langs de sterrenhemel suizen, soms voorzien van wat fragmentatie.

Juni.

De maand met “grijze” nachten. Veel amateurs denken dat in juni geen zinvolle waarnemingen mogelijk zijn, maar dat is toch niet waar. Afhankelijk van de kwaliteit van de lucht, kan er toch tussen de 1,5 en 2 uur waargenomen worden. Kijken we naar het

westen dan staat daar de heldere ster Arcturus te stralen, meer naar het zuiden het grote sterrenbeeld Slangendrager (eronder natuurlijk de Schorpioen) en laag in het oosten komen Andromeda en Pegasus op. Na 15 juni worden, in de schemering, de planeten Jupiter en Saturnus weer zichtbaar. Zij staan dicht bij elkaar in het sterrenbeeld Stier. De beste periode om waarnemingen te verrichten is van 1 tot 8 juni en vanaf 22 juni. In juni zijn meerdere zwermjes actief, waarvan drie uitbarstingskandidaten: de gamma Delphiniden, ksi Dracoeniden (uitbarsting in 1996, vroeger ook wel juni Lyriden genoemd) en de juni Bootiden (laatste uitbarsting in 1998).

ω Scorpiïden

Een “zusterzwermpje” van de α Scorpiïden. Echter, het gaat hier om een zwerm die veel tragere meteoren geeft: 21 km/sec. In 1995 was ondergetekende getuige van een hele fraaie –1 ω Scorpiïde die zeer traag langs de hemel bewoog over een lengte van 70 graden en in twee stukken opbrak. (1) geeft een activiteitsperiode tussen 28 mei en 12 juni, maar mogelijk is deze nog wat langer.

γ Sagittariden.

Weer zo'n zuidelijk zwermpje met marginale activiteit. De zichtbaarheidsperiode loopt van 21 mei tot 23 juli, maar in 1984 waren Carl Johannink, Bauke Rispens en ondergetekende vanuit Puimichel getuige van meerdere fraaie Sagittariden in de periode 23 juli t/m 5 augustus. Het gaat hier om trage meteoren . Een “maxi-

| Datum | Periode | Zwerm actief |
|---------------|--------------|----------------------------------|
| 5/6/7 mei | gehele nacht | μ Vir, α Sco, η Lyr (IAA), η Aqr |
| 26/27/28 mei | gehele nacht | o Sco, γ Sag |
| 2/3/4 juni | gehele nacht | o Sco, γ Sag, NLC's |
| 23/24/25 juni | gehele nacht | γ Sag, Per?, NLC's? |
| 30/01/02 juli | gehele nacht | γ Sag, Per?, NLC's?, Cap |

Tabel 3 : Actie weekends mei en juni 2000

mum” vermoed men rond 21 juni met een ZHR van 2. Om goed onderscheid te maken tussen deze zuidelijke zwermjes dient accuraat ingetekend te worden!

γ Delphiniden.

Ja, ja, er is een zwerm genoemd naar Post Delphinus...of is het nu juist andersom? In 1997 werden vanuit Nederland voor het eerst meteoren uit deze radiant gedetecteerd in de nacht van 9 op 10 juni door Marco Langbroek en ondergetekende (11). De zwerm heeft in het verleden al eens een uitbarsting vertoond. In de nacht van 10 op 11 juni 1930 zagen twee Amerikaanse waarnemers gedurende 30 minuten 51 meteoren uit deze radiant onder matige omstandigheden: een volle maan, wel zeer heldere lucht en lage radiantstand. Dit alles gebeurde bij λ 79,72 (eq. 1950). Uit deze zeer summere gegevens werd een ZHR van 200 berekend (8). Voor dit jaar zijn de waarneem omstandigheden van deze zwerm redelijk gunstig. Ongunstig is de maan, ze is halfvol en staat de gehele nacht boven de horizon. Gunstig is het verwachte maximumtijdstip, uitgaande van de waarnemingen uit 1930. De λ 79,72 komt overeen met 11 juni 1 uur UT. Dat is redelijk gunstig voor onze breedtegraad, hoewel we al in de schemering zitten rond dat moment! Dus, toch maar een poging wagen dit jaar!

ξ Draconiden.

Verleden.

In de avond van de 15^e juni 1966 zag de waarnemer Stan Dvorak vanuit Californië een vlag van 13 meteoren (in 90 minuten tijd) komend vanuit een punt in het sterrenbeeld Lier (α 278 en δ +30). Wat eerder die nacht zag een groepje Engelse waarnemers meteoren uit een positie $\alpha=275^\circ$ en δ +30°. Hoogste frequentie is ongeveer 9 meteoren per uur. (6). Deze zwerm werd vervolgens de juni Lyriden genoemd. De zwerm is sindsdien meerdere keren waargenomen, maar in sommige jaren werd vrijwel niets waargenomen. Maar dat kan bepaalde redenen hebben (zie verderop). Ook de auteur heeft in het verleden (met name in de 80er jaren) pogingen ondernomen om Juni Lyriden te zien, enkele keren lukte dat ook. Het ging hier om zeer lage aantallen (1 á 2 per nacht, dus het kan ook zo zijn dat deze sporadische meteoren waren die toevallig opliedden met de juni-Lyridenradiant).

Maar, in de nacht 15/16 juni 1996 nam Marco Langbroek een kleine meteor uitbarsting waar uit een positie van $\alpha=18h40m$ en $\delta=+55^\circ$. Zie ook figuur 1. Dit lag vlakbij het sterretje ξ Draconis, vandaar dat de zwerm ξ (ksi) Draconiden werd genoemd. Hoewel de positie van Marco's zwerm 25 graden in declinatie afwijkt, lijkt het toch dat het hier om dezelfde zwerm gaat. De uitbarsting uit 1966 is waargenomen bij $\lambda=84^\circ,43$ (1950), die van 1996 bij $\lambda=84^\circ,47$ (1950). Marco is een ervaren waarnemer, van de anderen is dat helaas niet bekend. Misschien is het verschil ook veroorzaakt doordat de 1966 waarnemers op lage hoogte keken in bijv. noordelijke of zuidelijke richting waardoor flinke verschuivingen in declinatie van de radiantpositie kunnen optreden bij al kleine intekenfouten. Of het verschijnen van meerdere sporadische meteoren tijdens de uitbarsting van 1966 westelijk of oostelijk van de kijkrichting heeft ervoor gezorgd dat de radiant in declinatie behoorlijk afwijkt. Let op, dit zijn maar enkele sugges-

ties! Of dit de werkelijke reden is weet ik niet. De reden waarom in sommige jaren geen juni Lyriden zijn gezien kan bijvoorbeeld ook komen doordat de opgegeven radiant posities uit 1966 niet kloppen.

Marco's zwerm lijkt ook een jaarlijkse activiteit te hebben, in 1999 namen Carl Johannink en ondergetekende enkele exemplaren waar in de nachten 15/16, 16/17 en 18/19 juni.

Heden.

Dit jaar valt het maximum gunstig uitgaande van $\lambda=84^\circ,43$ (1966) en $\lambda=84^\circ,47$ (1996) beiden eq. 1950. Dat komt overeen met resp. 15 juni 23:15 UT en 16 juni 00:15 UT. De radiant staat dan bijna in het zenit. Helaas zal de maan dit jaar storen, ze is vrijwel vol, maar staat lag in het zuiden. Gezien de geschetste onzekerheden hierboven is er dus alle reden om dit jaar waarnemingen te verrichten in de nacht 15/16 juni. Bij een glasheldere lucht, met een waarnemrichting pal noord zouden er nog zinvolle waarnemingen verricht kunnen worden. Het gaat hierbij om medium/snelle meteoren als bij voorbeeld de Lyriden (50 km/sec). Overigens verwacht Marco Langbroek in (6) dat er pas in 2020 weer een kans is op een uitbarsting.

Juni Bootiden.

In 1916 en 1927 waren er twee flinke meteor uitbarstingen gezien met een radiant in de Draak. Die uit 1916 werden onder andere gezien door de bekende meteorwaarnemer Denning. De zwerm werd bekend als de juni-Draconiden of ook wel ι (iota) Draconiden. Ook in 1927 schijnt er een redelijke activiteit van de ι Draconiden geweest te zijn. Denning associeerde deze meteorregen meteen met de komeet 7P/Pons-Winnecke. Dichte passages van de komeet langs Jupiter zorgen voor snelle veranderingen in de baan van deze komeet.

Na ruim 70 jaar rust aan het ι Draconiden front werden waarnemers over een groot deel van de we-

reld verrast door hoge activiteit van zeer trage meteoren uit Bootes in de nacht 27 op 28 juni 1998. Helaas was het bewolkt in Nederland. Die nacht scheurden Robert Haas en Marco Langbroek wanhopig door Nederland, hopen op een opklaring, maar helaas mislukte deze poging om wat van de zwerm te zien. De ZHR's liepen op tot rond de 100. Het maximum in 1998 viel (volgens IMO) bij λ 95°662 (eq. 2000) dit is 27 juni 1998 rond 11h50m UT (9). Uit vijf fotografische single station opnamen vond Velkov een radiantpositie $\alpha=15h00m$ en $\delta=+48^\circ$, terwijl Pavel Spurný en Jiri Borovicka uit een simultane Juni Bootide een radiant vonden bij α 14h51m en δ +47°,6. (10). Visuele waarnemers meldden een diffuse radiant (9), maar dat zou ook kunnen komen door intekenfouten. De gehele activiteitsperiode duurde ruim 12 uur! Het jaar erop werd weinig gezien, hoogstens low level activiteit (1 á 2 per uur). Maar een bijna volle maan stoorde toen de waarnemingen.

Waarnemingen van Marco Langbroek en ondergetekende uit 1995 en 1997 suggereren ook een jaarlijkse low level activiteit. Men denkt dan aan 1 á 2 meteoren per nacht (= twee uur).

Dit jaar gunstige omstandigheden, de radiant staat 's avonds hoog in het westen en er is geen maanlicht. Zie ook tabel 2. De gevonden fotografische radiantposities uit 1998 liggen enkele graden rechts van de bekende Bootidenradiant in januari. Uitgaande van het gevonden maximum in 1998 wordt dit jaar een maximum verwacht op 27 juni 2000 om 00:10 UT. Dat is ZEER gunstig voor onze breedte graad. LET OP, dit is dus de nacht van maandag op dinsdag 26/27 juni (schrikkeljaar 2000)! Het gaat om zeer trage meteoren (18 km/sec). Alle reden dus om het veld in te gaan en op jacht te gaan naar de Juni Bootiden en niet alleen door de visuelen, ook de video waarnemers zouden een zinnige bijdrage kunnen leveren aan deze actie!

U.V. (ultra vroege) Perseïden.

De meeste radiantlijsten (1,2,7) laten de Perseïden rond 15 juli, soms rond 20 juli weer verschijnen. Waarnemingen van ondergetekende uit de afgelopen jaren (vanaf 1984) en meer recentelijk van Marco Langbroek suggereren dat de Perseïden eind juni al actief zijn. In meerdere jaren werden snelle Perseïdenachtige meteoren waargenomen uit een gebied rechts van de Andromeda nevel. Misschien leuk om eens te kijken of meerdere waarnemers deze meteoren opmerken?

Visueel waar nemen: intekenen heel belangrijk!

Nog even voor de duidelijkheid, het waarnemen van bovenstaande zwermpjes heeft alleen nut als er nauwkeurig ingetekend wordt. Gebruik een zwak lampje dat met rode folie is afgeschermd. Voor de gegevens kan men het bekende invulformulier gebruiken of natuurlijk een dikteer apparaat. Tijden altijd in UT opgeven. Van elke meteor kan het tijdstip genoteerd worden, maar echt noodzakelijk is het niet. De time index recorders kunnen het tijdstip automatisch aanleveren, maar dat is slechts op één minuut nauwkeurig. Men kan uur perioden opgeven, of tijdens een uitbarsting, kortere tijdsintervallen. Bij onverwachte hoge activiteit heeft een waarnemer meerdere waarneemtechnieken tot zijn beschikking. Men kan natuurlijk geheel overgaan op tellingen en magnitude schattingen, maar het is ook nuttig om een aantal ervan in te tekenen om een goede radiant positie te verkrijgen. Daarnaast is het heel belangrijk om regelmatig grensmagnitudes te schatten, vooral in de korte nachten omdat het verloop behoorlijk kan zijn.

Gaarne de waarnemingen zo spoedig mogelijk opsturen (zowel een hardcopy, als wel de elektronische versie) naar Olga van Mil. Graag ook waarneemformulier 2 volledig ingevuld. U bespaart ons dan veel tijd! U kunt hier ook de gnomische DMS kaarten verkrijgen. En een leuk waarnemingsverslag is altijd welkom bij de redac-

tie van Radiant. Zie voor de adressen de binnencover.

Lichtende nachtwolken

Opgelet voor lichtende nachtwolken. Mei, juni en soms begin juli zijn de geschikte maanden om lichtende nachtwolken waar te nemen. Dit zijn ijle cirrusachtige wolken die op 80 km hoogte in de aardatmosfeer hangen en door de laagstaande zon beschenen wordt. Ze zien er uit als zilverwitte sluierachtige bewolking. Echte sluierbewolking heeft 's avonds een andere kleur, meestal geel of oranje. Soms steekt ze ook zwart af tegen de lichtende nachtwolken. Men vermoedt dat deze wolken ontstaan uit waterdamp afkomstig uit actieve onweersbuien welke condenseren met behulp van aanwezige stofdeeltjes in de mesopauze. Deze deeltjes kunnen afkomstig zijn van vulkanisch stof, maar ook van micro meteoroiden (12). Kijk tijdens zeer heldere nachten aan het begin of het einde van de nacht naar het noorden. Ze zijn vrij zeldzaam. In 1986, 1997 en 1999 zag ondergetekende fraaie verschijningen van lichtende nachtwolken, soms met meerdere fraaie structuren erin.

MIR/ISS waarnemingen.

De zomermaanden zijn altijd gunstig om eens uit te kijken naar de MIR of het International Space Station. Onder gunstige omstandigheden kunt U ze soms drie keer in een nacht voorbij zien komen. Voor doorkomsttijden kunt U kijken op een website van de NASA :

<http://liftoff.msfc.nasa.gov/RealTime/Jpass/20/>

Resumerend.

Ik hoop dat iedereen weer enthousiast is geworden en "ten strijde trekt". Wij van de visuele sectie hopen op vele fraaie waarnemingen van U. In de volgende Radiant kunt U een oproep voor de traditionele zomeracties verwachten: helaas zal het Perseïden maximum voor een deel in maanlicht

ten onder gaan, maar de aanloop naar het maximum kan weer goed waargenomen worden. Er staat een grote fotografische en visuele actie gepland van 25 juli t/m 13 augustus. Veel succes toegewenst!

Referenties:

- 1] Meteor Stream Activity I P. Jenniskens
- 2] Handbook for visual meteor observers . J. Rendtel et al.
- 3] Radiant 17/3 blz. 53 e.v. η Aquariden vanuit Nederland. M. Langbroek en K. Miskotte
- 4] Radiant 7/ 2, blz. 32 e.v. Meteor van 1983-d? P. Jenniskens
- 5] Radiant 18/4 blz. 64/67 Een kleine meteorenitbarsting. M.Langbroek
- 6] Radiant 18/4 blz. 67/68 Juni Lyriden? P. Jenniskens
- 7] A working list of Meteor Streams. A. Cook
- 8] Meteor stream activity II P. Jenniskens
- 9] WGN 26-4 blz. 165 e.v. J. Rendtel et al
- 10] WGN 26-4 blz. 177 e.v. P.Spurny
- 11] Radiant 97/5 blz. 95 e.v. Zomeracties post Delphinus. K. Miskotte.
- 12] Sterrengids 1997 blz. 39 e.v. Lichtende nachtwolken G. Comello

Voorplaat :

Waargenomen radiantposities van de ξ Draconiden (oftwel juni Lyriden) in 1996 (A) door Marco Langbroek uit Nederland en 1966 (B) Stan Dvorak vanuit Californie (US). Op de kaart staan de originele intekeningen van Marco (uit 5).

Comet - Meteor Associations: D' Criterion Assessment of the Meteor Orbits' Databases of the DMS

J. Greaves¹

1. 15 Borrowdale Walk, Northampton, UNITED KINGDOM.

Summary

The photographic and video meteor orbit databases of the Dutch Meteor Society have been cross checked against a list of cometary orbits using the Drummond D' Criterion (Drummond 1979). The results are compared to a non-statistical analysis undertaken in an earlier paper, and some new results noted.

Introduction

In an earlier paper (Greaves 1999) the meteor orbits of the photographic and video databases of the Dutch Meteor Society (DMS) were cross correlated against a list of comet orbits* using a relational database management package to test when the inclination, i , ascending node, W , and argument of perihelion, ω , were all within a small range. Candidate meteor shower associations were then predicted on the basis of the results. This approach was non-statistical.

In this paper a statistical approach is followed primarily utilising the D' Criterion of Drummond (1979). The statistical significance threshold, D_0 , below which a derived value of D' can be said to be significant is usually taken as 0.105 for sufficiently large samples (eg Arter & Williams 1997, and further references therein), and the combined DMS photographic and video orbit databases now number around 1480 orbits with the recent update of the photographic dataset (Betlem 1999).

However, it should be noted that although significance thresholds for statistical tests are dependent on the sample size and often tend towards a limit as this sample size increases, it is most likely that the number of meteors

from within the sample that are identified as *members* of any *particular* shower also has an effect on the threshold value. Again, where the number of members associated with any particular shower is relatively large in comparison to the full dataset, the threshold will tend to the limit.

Yet the case is not so clear cut for the situation where only two, three, four and five or so members per shower have been identified from the same data sample: it is likely that different threshold values are appropriate to each of these situations (see for example Jopek *et al* 1999). Notwithstanding this, threshold values of 0.105 and 0.15 are often quoted as universal for the Drummond D' and Southworth and Hawkins (1963) D criteria respectively.

In practice such considerations are beyond the remit of this paper, and the author has nonetheless utilised a D' threshold value of 0.100 as the cutoff point between meaningful and non-meaningful comet meteor orbit associations. The reader is encouraged to bear the above caveat in mind, however, when considering results where only a handful of meteors having relatively high D' values are shown to be similar in orbital characteristics to a particular comet. The above considerations are not entirely alien: after all,

most people would consider it a matter of common sense *not* to give much weight to a situation where only one meteor has been associated with a particular comet, and even less so if the D' value was near 0.1.

The full results are presented in Appendix Table 1, where the DMS meteor identity, associated comet, D' value and DMS stream identification for that meteor are given. Meteors prefixed with P are from the DMS photographic database (www.dmsweb.org), and those prefixed with a V from the video database (*op cit*). Those beginning with the number 19 are from the recent update (1/11/1999) of the photographic database (*op cit*): although these data were not available for the first paper (Greaves 1999), they do not affect matters greatly when it comes to the identification of "new" associations, as the vast majority of them are either Leonids or Perseids.

Ecliptic meteors can give good D' values for more than one short period comet, thus the table is given in meteor order, such that these problematic occurrences appear together in the table. This means that it is not too easy for the reader to find the cases where a comet is associated with only a handful of meteors: however providing a second table sorted on comet name

would be prohibitive on space. This should present no real problem as all the cases of interest are covered in the body of the article.

The rest of the article includes details of associations in the same order as the first paper (Greaves 1999), to allow intercomparison of results, and is followed by some results particular to the current analysis.

DISCOVERIES

Leo Minorids

The first paper noted a strong similarity between five meteors identified as Leo Minorids in the DMS databases and the comet C/1739, and went on to note that this association, though little known today, was actually mentioned in the discovery paper for the shower itself (McCrosky and Posen 1959)! Indeed, the shower is little known and not always referred to in works.

The same five meteors *all* passed the D' criterion quite well in comparison to C/1739. Four of them have D' values between 0.031 and 0.052, and the fifth having a value of 0.074: all quite good values considering that different apparition orbits of the comet 86P/Halley can have D' values as high as 0.04 when compared to each other! The meteors are P92021, P95103, V95414, V95465 and V95476, and as far as these DMS orbits are concerned there is little doubt left that C/1739 is the parent body of the Leo Minorids.

kappa Cygnids

In the first paper an association was suggested between the comet C/1345 O1 and the kappa Cygnids. The orbital inclination of the comet was 15 to 20 degrees too small in comparison to the meteor orbits, but otherwise all other elements were quite close, and it was noted that the comet's orbit was only approximately known anyway.

On D' criterion testing, however, the photographic D' values are of the order of 0.3 to 0.4, and the video D' val-

ues around 0.2, that is quite a bit above the D₀ threshold value of 0.10! This is not entirely unexpected, as the D' criterion is dependent upon a strong similarity of inclinations in the third term of the equation.

One sole photographic meteor identified as a kappa Cygnid in the DMS databases *does* pass the threshold: P94006 has a D' value of 0.087 in relation to C/1345 O1. The strange thing about this meteor is that it occurred a week or two before the main kappa Cygnid activity *and* has a radiant near **b** Lyræ, quite distant from the normal kappa Cygnid radiant position, which is not too distant from the eponymous **k** Cygni. The author had coincidentally noted during a separate investigation (*work in progress*) that around a dozen radar meteors were well associated via D' with C/1345, and that they too had radiants nearer to **b** Lyræ, radiants in common with P94006. Jopek *et al* 1999 also note that Lindblad actually managed to split this group into two separate subsets by using a Southworth & Hawkins (1963) D criterion threshold D₀ value of 0.10, instead of the usually applied 0.15.

Given the uncertainty in the comet's orbit; the strangely broad nature of this non-ecliptic shower as shown by Jenniskens (1994); the 0.04 AU closest approach distance of the comet; and a set of radar meteors of the right date, infinite velocities and a relatively close radiant that can be shown to be associated with C/1345 O1 via D'; this possible association of C/1345 O1 with the kappa Cygnid meteor shower still deserves further investigation.

Northern Piscids

The first paper suggested that some DMS and MSSWG meteors could well be Northern Piscids, which was probably the same shower as Lindblad's shower number 91 according to Kronk, that these meteors were associated with comet C/1702 H1, and that by implication C/1702 H1 was the parent body of the Northern Piscids.

In the event, the meteors predominantly had D' values of 0.2 to 0.25 in comparison to Lindblad's shower 91, and similarly Lindblad's shower 91 had a D' value of around 0.2 in comparison to C/1702 H1: all above the D₀ threshold value of 0.10 being used here. Yet, all the meteors in question have qualifying D' values when compared to C/1702 H1 directly, and themselves! [As the ascending node of most of these meteors were rotated by 180 degrees in the first paper to bring them in line with their solar longitudes, and as similarly the arguments of perihelion were also so rotated, the results for these objects are not included in Table 1, which solely includes results based on unaltered DMS data].

Other data sources show no evidence for an October shower related to C/1702 H1 (*work in progress*), though it seems likely that a later shower may be so connected. Therefore, the conclusion is that an association of the meteors called Northern Piscids in paper one with C/1702 H1 *may* exist, but that these meteors are *not* Northern Piscids, though coming from a radiant close by in time and space. Consequently, C/1702 H1 is *not* shown as connected with the Northern Piscids by the D' criterion.

Summary

Of the discoveries mentioned in the first paper, the association of the Leo Minorids with C/1739 is doubly confirmed, that of the kappa Cygnids with C/1345 O1 remains enigmatically neither confirmed nor discounted, and that of the Northern Piscids with C/1702 H1 refuted: although there are probably meteors associated with that comet, they just aren't Northern Piscids!

| |
|---|
| <p>Table 1 : Can be obtained by anonymous ftp download at : Strw.leidenUniv.nl/ftp1/pub/betlem/orbits/dmsDtab.xls</p> |
|---|

ECLIPTIC SHOWERS

alpha Capricornids

The first paper suggested 101P/Chernykh as a possible parent to this shower, and the author is not even remotely surprised to find that the D' criterion in no way confirms this! This is because that comet has a perihelion distance of 2.5 AU, ie it comes nowhere near the orbit of the Earth! Tests like Drummond's D' criteria are very dependent on the perihelion distance, q , and the not unrelated eccentricity, e , and it was therefore unlikely that any such association should be highlighted by it!

In the first paper the large number of alpha Capricornid meteors with aphelia near to the orbit of Jupiter was noted, and indeed 101P/Chernykh's perihelion is within Jupiter's orbit. The author feels that the difficulties arising with the identification of ecliptic showers with parent bodies may well be a consequence of this over insistence on similar q . An ecliptic shower's orbit is liable to be altered greatly by Jupiter's influence, and some of these broad ecliptic streams of large radiant drift could well be consequent on many differing orbits that have been so perturbed into Earth crossing paths. Simple projection of 101P/Chernykh's orbit back in time suggests that it has had a changeable orbit, mostly due to Jupiter, but also occasionally due to Saturn.

On the other hand, Drummond's D' criterion did identify five DMS meteors with the classical alpha Capricornid parent body candidate comet 45P/Honda-Mrkos-Pajdusakova, with D' values ranging from 0.068 to 0.099. Three of these, P90005, P93181 and 1997202 are identified in the DMS databases as Capricornids, but the remaining two, P72008 and V93181 are listed as sporadics.

The video database (at least) had meteor identifications generated via Southworth and Hawkins' (1963) original D criterion (de Lignie 1998),

so although at first this looks like a confirmation of a classical viewpoint, two sporadics that have already been shown *not* to be Capricornids are shown associated with 45P, whilst only three out of the total thirteen Capricornids from the databases are shown to be associated with 45P. No asteroidal associations were found.

North iota Aquariids

In the first paper it was noted that only two such meteors were identified as part of this shower in the DMS databases, and that their elements were reasonably similar to C/1907 IV Daniel. As far as the D' criterion is concerned these bodies are not connected, with values of 0.21 and 0.35. It is noted here that the orbital elements for DMS North iota Aquariid V93165 only differs by one degree in each of the inclination and ascending node of Comet Daniel 1907, and by only three degrees for the argument of perihelion. Perihelion distance differs by only 0.13 AU, but eccentricity by 0.25, and as Jopek (1993) notes, D' is somewhat overly dependent on eccentricity.

Summary

No predictions in paper one for ecliptic streams are confirmed. For the alpha Capricornids an association at first appears to be suggested with the comet 45P/Honda-Mrkos-Pajdusakov, however most Capricornids are not shown to be so associated, and two of the meteors that are shown to be so associated have already been identified as *non-alpha* Capricornids. For the North iota Aquariids it can be seen that one meteor only fails to be associated with C/1907 IV Daniel just because of the near parabolic eccentricity of the latter.

This again goes to show a probable over dependence on q and e in traditional tests when it comes to ecliptic streams: it is not hard to imagine the slight rounding of the orbit of a meteor

derived from an eccentric orbit comet that lies near the ecliptic plane via perturbation effects, along with a concomitant slight variation in perihelion distance for such a stream.

CONFIRMED ASSOCIATIONS

As for the already well documented meteor shower-comet associations, Table 1 shows that the Leonids, Orionids and Perseids are again well confirmed by sub-D₀ values as being connected with 55P/Tempel-Tuttle, 1P/Halley and 109P/Swift-Tuttle respectively, often with very low values for D' indeed.

Of the other well known showers in the DMS databases, all the meteors identified as Lyrids and all the meteors identified as Monocerotids therein also show low to very low sub-D₀ values in comparison to P/1861I Thatcher and P/1917 F1 Mellish respectively, associations also confirmed in the first paper.

The sole Ursid candidate from the first paper, DMS meteor V95030, *just* misses being associated with 8P/Tuttle by having a D' prime value of 0.116. As can be seen from Table 1, C/1491 Y1 and the Boötids (=Quadrantids), do *not* show any association, though "confirmed" in the first paper, with typical values of D' lying in the range of 0.20 to 0.25 and more. Interestingly, C/1939I Kozik-Peltier also shows these sorts of values in comparison to the Boötids, so the case for this shower and comet is still as open as ever.

One surprise was the connection of 2P/Encke with nine DMS meteors that are identified as South Taurids! No such connection was found in the first paper, and furthermore no such connection was found via an independent testing of the DMS meteor databases against comet orbits using the D criterion of Southworth and Hawkins (1963). Jopek (1993) notes that the D criterion compares longitudes or perihelia in its fourth term, whilst the D' criterion compares Laplacian Vectors,

and that in this respect the two criteria differ. It is certainly the authors experience that D' finds more shower-comet associations than D , although this does not necessarily mean that any such are in anyway inherently more valid than those found by D !

The Geminids were tested against 3200 Phæthon using Jopek's (1993) modification of Southworth and Hawkin's (1963) D criterion (where the weighting due to perihelion distance is reduced via a modification in the second term), D_0 here was taken as 0.15, and 324 of the 331 DMS meteors identified as Geminids in the databases surpassed this threshold value, sometimes very convincingly indeed.

Summary

The "big three" shower-comet associations were confirmed, as were the Geminids and 3200 Phæthon, and as were those for the Lyrids and Monocerotids. The Boötids and C/1491 Y1 were *not* confirmed, although some may feel D' of 0.20 to 0.25 is not necessarily too distant from D_0 (values for truly unassociated objects can approach 1, but can start at 0.4 to 0.5). The sole Ursid of the first paper was *nearly* confirmed, but the caveat re threshold level for small numbers of candidates mentioned in the introduction should be remembered.

ESOTERICA

Beta Cygnids

DMS meteor P88035 was *just* confirmed as associated with 103P/Hartley 2 with a D' value of 0.091 (again the caveat in the introduction re small numbers of candidates and D_0 should be noted). Interestingly, this value is for the *current* orbit of this comet, and *not* the 1985 and 1991 ones, where D' just exceeds D_0 , lying at 0.110 and 0.109 respectively. So, P88035 may still be the sole beta Cygnid in the DMS database, and then again it may not, and there may be no such shower!

ASSOCIATIONS FOUND AS A RESULT OF THE CURRENT ANALYSIS

Known Associations

2P/Encke and the South Taurids, and, 45P/Honda-Mrkos-Pajdusakova and the alpha Capricornids have already been noted. Other possible associations are predominantly for meteors that have been identified as "sporadic" in the DMS databases.

DMS meteors V95533, V95539 and V95650 have D' values of 0.053, 0.042 and 0.058 respectively when compared to 3D/Biela, which makes them strong candidates as Andromedid meteors.

DMS meteor V95402 has a D' value of 0.077 in comparison with 21P/Giacobini-Zinner, which could make it a Draconid (also known as Giacobinids), but it is the sole example.

DMS meteors P90006 and P92001 have D' values of 0.052 and 0.095 respectively when compared to 7P/Pons-Winnecke, which would make them June Bootids, but also have D' values of 0.082 and 0.098 respectively in comparison with 73P/Schwassman-Wachmann 3, which would make them tau Herculids! It is interesting to note that Kronk suggests a possible connection between these comets and showers. Some apparitions of these two comets can themselves achieve D' values as small as 0.05 when compared against each other.

Two other DMS meteors uniquely associated with 73P/Schwassman-Wachmann 3 are P85002 and P88001 with D' values of 0.071 and 0.098 respectively.

The sole epsilon Geminid identified in the DMS databases, V93268, along with two sporadic meteors, P95068 and V95472, have D' values of 0.082, 0.065 and 0.074 when compared to C/1964VIII Ikeya, which Drummond (1981) suggested as the parent body for this stream. Olsson-Steel (1987) suggested that the (then) newly discovered comet C/1987III NishikawaTaka-

mizawa-Tago was a more likely candidate, and it gives D' values of 0.082, 0.069 and 0.069 when compared to the same three meteors! It can be seen that there is not much to choose between the two comets according to D' (and that ironically the meteors identified as sporadic are better candidates than the meteor identified as an epsilon Geminid). Olsson-Steel went on to predict enhanced activity from this shower following the passage of 1987III, but a web search for literature confirming any such occurrence revealed no results.

Unknown Associations

Virtually the only remaining comet-meteor associations that can be found in Table 1 that have more than one meteor candidate per comet are those for 15P/Finlay and 72P/DenningFujikawa. Unfortunately three of them, P92012, P94002 and V93114, are common to both, with D' values of 0.072, 0.098 and 0.086 for 15P and D' values of 0.090, 0.079 and 0.080 for 72P respectively. A fourth meteor, V93141 only shows association with 15P/Finlay, having a D' value of 0.088. Experience has shown the author that these two comets are very promiscuous when it comes to orbital comparisons, and will often pair up with any summer ecliptic meteors, and/or other comets.

A further half a dozen or so singleton associations of meteors with comets appears in the table, but only one is of quite low D' value (P91008 and C/1939III Jurlof-Achmarof-Hassel at 0.56): although these pairings are unique and many other sporadic meteors in the databases remain unpaired, little weight should be giving to such lone occurrences, unless future candidates are found.

One final association, however, is interesting, and that is the one between C/1961 T1 Seki and the DMS meteors V95649, V95730 and V95746 of D' values 0.094, 1.000 and 0.060 respectively. This grouping suggests a new

shower which will be called the Sekiids for the moment (all nearby stars have already been used for shower names) and the full details of which will be elucidated in a separate short paper outlining their properties and their possible relationship with the new DMS stream the b-Leonids (de Lignie 1998), with which they only differ in any particular by a matter of some twenty degrees in argument of perihelion.

Asteroidal Associations

All known asteroids with perihelion distance of less than 1.5 AU were derived from a six month old copy of the ASTORB database, as generated by Lowell Observatory (Bowell) and tested using the D criterion of Southworth and Hawkins (1963) in its modified form (Jopek 1993), which removes the artificial weighting perihelion distance has in the original. The threshold value, D_0 , in this case was taken as 0.15, the same canonical value usually utilised with the original D criterion.

As already noted, all but 7 of the 331 DMS database meteors identified as Geminids were confirmed as being associated with 3200 Phæthon in this way, with (incidentally) no nonGeminid and/or sporadic meteors being so confirmed. Few other unique meteor

and those that did exist predominately consisted of only one meteor candidate per asteroid. Except in the instance of asteroid 1990 HA (IAUC 4998), which had a minimal geocentric distance of 0.03 AU on 6th April 1990 (*op cit*).

The new DMS shower of the North delta Arietids (de Lignie 1998) consists of DMS meteors V95514, V95518, V95701, and V95716 with D values of 0.122, 0.095, 0.077 and 0.132 respectively when tested against 1990 HA, and only those four meteors do so. Also, no North delta Arietid was found to be associated with any comet orbit. This object is an Apollo

asteroid and a member of the Minor Planet Centre's Potentially Hazardous Asteroid list.

However, complicating the matter, the first three meteors were unfortunately also associated with one other asteroid with D values of 0.995, 0.128 and 0.124 respectively, as was the South Taurid identified DMS meteor V95512 and the sporadic DMS meteor V95691, with D values of 0.147 and 0.131 respectively. This asteroid was 5025-PL, an object only known from three observations made over a four day period ostensibly found retrospectively on photographic plates exposed in 1960, and therefore of very uncertain orbit. It should also be noted, however, that the circumstance of the North delta Arietids are not too dissimilar from the predictions of Hasegawa (1992) for a November shower connected with this asteroid, especially if the DMS observations do not represent the exact time of peak activity (though the geocentric velocity is out by $\approx 10 \text{ kms}^{-1}$).

Although the DMS North delta Arietids appear to be quite faint (m_{vid} around 4), a point of added interest is that the m_{pan} 6.3 fireball MORP 516 (Halliday *et al* 1996), which occurred on 22/11/1979, appears to be a North delta Arietid with a Jopek modified D value of 0.080 in comparison to the averaged elements of the four DMS North delta Arietids (with D values ranging from 0.043 to 0.136 for the individual meteors: ie all below the 0.15 threshold. Similarly, D' values for MORP 516 range from 0.017 to 0.071 in comparison to these meteors). Fireballs are usually considered to be either fresh dust from recent cometary outburst (as with the 1998 Leonid event), or bits knocked off asteroids (grading up to actual meteorites for the brightest objects). These things are of interest in relation to the "defunct comet" and "knocked out of the asteroid belt" debates concerning Near Earth Objects.

Summary

New results based on the current analysis of the DMS database reveal no great surprises nor particularly novel associations, except in two instances.

There appears to be a new shower within the dataset which the author has called the Sekiids, and which may have some connection with the new DMS shower the b-Leonids: details are to be given elsewhere.

The new DMS shower the North delta Arietids have one good candidate as a possible parent body. Another candidate parent body for this stream suffers from a very uncertain orbit, but has been previously cited in the literature as having a possible meteor stream of suitable properties associated with it.

SUMMARY and CONCLUSION

The DMS meteor databases were analysed using D criteria, and their results compared with a previous analysis merely based on concerted filtering of certain orbital criteria with a relational database management package, as presented in an earlier paper.

Previously well known associations of comets and meteors were confirmed via both methods, but curiously the Boëtids were only confirmed as associated with C/1491 Y1 via the earlier, non-statistical method. The South Taurids were connected with 2P/Encke here, which was not the case in the earlier paper.

Of the "discovery" predictions made in the earlier paper, one was again confirmed (C/1739 and Leo Minorids), one remains tentative (C/1345 O1 and kappa Cygnids), and one is disproved (although there is a comet meteor association likely for C/1702 H1, it is not with the Northern Piscids).

The ecliptic identifications were not confirmed, but were not adequately disproved either, and the possible association of the alpha Capricornids with 45P/Honda-Mrkos-Pajdusakova

showed some weak but not clinching evidence. Current D criterion methods still seem inappropriate for ecliptic comets and meteor streams due to the weightings they give to perihelion distance and eccentricity. On the other hand, too many associations can be found between ecliptic objects if these elements are ignored altogether, leading to a confusing situation.

Identifications not found in the earlier paper but shown to be possible in this one are for 73P/Schwassman-Wachman 3 (and possibly 6P/Pons-Winnecke) and 3D/Biela, but only for a few meteors. The D' criterion was not sufficient to distinguish between two possible parent bodies for the epsilon Geminids.

A likely "new" stream dubbed the Sekiids by the author (due to its connection with C/1961 T1 Seki whilst all nearby stars and constellations have already been pressed into service for shower names) was found, but the full analysis is beyond the remit of this article and will be presented separately. They may be connected with the new DMS meteor stream, the b-Leonids.

Very little evidence for asteroidal parent bodies was found beyond the well established case of 3200 Phaethon and the Geminids, save in one instance. Although this instance was itself a little complicated with the possibility of a choice of parent bodies (1990 HA and 5025 P-L), either object leads to a Near Earth Asteroid as the parent body of the new DMS shower the North delta Arietids.

* The comet orbital elements were sourced in electronic form via a database on the Guide 7.0 CD-ROM based planetarium program for DOS based IBM PC compatibles from Project Pluto, USA [www.projectpluto.com], plus updated elements from the Central Bureau of Astronomical Telegrams at cfa-www.harvard.edu.

Acknowledgements: The author would like to thank the Dutch Meteor Society and its members for their work

and for generously making the results of their efforts freely available via their webpages at www.dmsweb.org. Many articles referenced in this paper were sourced via the NASA ADS abstracts and articles service at adsabs.harvard.edu. The author would like to thank Tadeusz Jopek for making available papers of his that were not available via the ADS and Marc de Lignie for making available a preprint of a report he gave at IMC98.

References:

- 1] Arter, T R, Williams, I P, 1997, *MNRAS*, **289**, 721
- 2] Betlem, H, 1st Nov 1999, "The DMS Photographic Meteor Database", www.dmsweb.org
- 3] Bowell, E, ongoing, www.lowell.edu
- 4] de Lignie, M, 1998, *International Meteor Conference* (in print)
- 5] Drummond, J D, 1979, *Proc. Southwest Reg. Conf. Astron. Astrophys.*, **5**, 83
- 6] Drummond, J D, 1981, *Icarus*, **45**, 545
- 7] Greaves, J, 1999, *Radiant* **22** (2000) pp. 6
- 8] Halliday, I, Griffin, A A, Blackwell, A T, 1996, *Meteoritics & Planetary Science*, **31**, 185
- 9] Hasegawa I, 1992, *PASJ*, **44**, 45
- 10] Jenniskens, P, 1994, *Astron. Astrophys.*, **287**, 990
- 11] Jopek, T J, 1993, *Icarus*, **106**, 603
- 12] Jopek, T J, Valsecchi G B, Froschlé Cl, 1999, *MNRAS*, **304**, 751
- 13] Kronk, G. *Meteor Showers*, www.amsmeteors.org
- 14] McCroskey, R E, Posen, A, 1959, *Astronomical Journal*, **64**, 25
- 15] Olsson-Steel, D, 1987, *MNRAS*, **228**, 23
- 16] Southworth R B, Hawkins G S, 1963, *Smithson. Contrib. Astrophys.* **7**, 261

Uitzonderlijk hoge oplichthoogten en een onbekend stralingsmechanisme bij de Leoniden 1998 (1)

Hans Betlem¹ en Pavel Spurny²

1. Lederkarper 4, 2318 NB Leiden

2. Astronomical Institute CAS, 251 65 Ondřejov, Czech Republic

Inleiding

Tijdens de Leonidenactie 1998 in China draaiden twee video simultaanprojecten. Eén simultaanset werkte op de posten Delingha en Ulan en een tweede set werkte simultaan tussen de posten Xing Long en Lin Ting Kou [1]. De Xing Long camera werd bediend door Pavel Spurný, de Lin Ting camera door Klaas Jobse. Op Xing Long was verder nog een all-sky video systeem actief waarmee tijdstippen van heldere meteoren werden vastgelegd.

Honderden zeer heldere meteoren en vuurbollen werden door de all-sky video camera vastgelegd.

Van enkele zeer heldere vuurbollen werden de all-sky video beelden gebruikt in de trajectberekeningen omdat de meteoren op de video camera's hoger in de atmosfeer leken te beginnen dan op de fotografische opnamen. Uit een eerste globale analyse bleek, dat het hoogteverschil aanzienlijk was. Een zeer heldere (-12.5) Leonide bleek op de all-sky video zelfs een kleine 50 kilometer hoger te beginnen. Deze spectaculaire ontdekking was de aanleiding tot een nader onderzoek van alle met behulp van de "gewone" video systemen met 85 mm objectieven opgenomen meteoren. In de lijst werd gezocht naar mogelijke beginpunten van zeer heldere meteoren die fotografisch simultaan zijn vastgelegd.

Data

De toegepaste video systemen bestonden uit een Panasonic NV-S88E video camcorder, uitgerust met een tweede generatie Russische Dedal 41 beeldversterker voorzien van een Arsat 1.4-50 mm objectief met een gezichtsveld van 25 graden te Xing Long en een Mullard XX1332 beeldversterker met Canon f/1.2-85 mm asferisch objectief op station Lin Ting Kou.

Zorgvuldig nalopen van de lijsten van Pavel Spurný en Klaas Jobse bracht in totaal zeven van zulke gevallen aan het licht. Alle meteoren verlaten voortijdig het beeldveld en even later licht het beeld op als de meteor het vuurbolstadium (buiten beeld) bereikt.

Een onderzoek van Jiri Borovicka [2] laat zien, dat de systemen gevoelig zijn in het spektraalgebied tussen 330 nm en 880 nm.

De gefotografeerde trajecten in de atmosfeer werden eerst vergeleken met de all-sky video beelden en er kon worden vastgesteld, dat deze laatste

veel hoger in de atmosfeer startten ondanks het gegeven, dat beide systemen ongeveer dezelfde grensmagnitude hadden. Dit gegeven werd voor 13 meteoren geconstateerd waarna de video beelden met een kleiner gewicht zijn meegenomen in de simultaanberekeningen om een indruk te krijgen van de video oplichthoogten. Het zijn deze waarden die eerder gepubliceerd werden [3]. Het zijn de eerste publicaties van zulke extreem hoge beginhoogten voor meteoren.

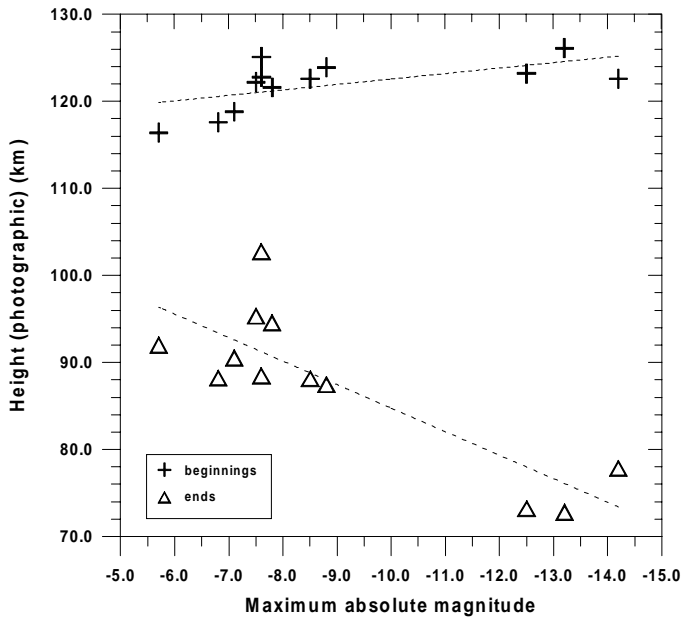
Omdat deze waarden zoveel hoger in de atmosfeer zitten dan de standaard richthoogtes voor de simultane video opnamen is het nauwelijks te verwachten, dat er video simultaanopnamen zijn van extreem hoog beginnende vuurbollen. Echter, beginpunten van zulke meteoren zijn wel op de video opnamen te verwachten. Een systematisch onderzoek van de databases leverde zeven van zulke gevallen op. Alleen LN98002 startte buiten het gezichtsveld van de camera; van de andere zes vuurbollen zijn de exacte beginhoogtes vastgelegd. Alle opna-

men dateren uit de zgn. "vuurbollen nacht", de nacht van 16 op 17 november 1998.

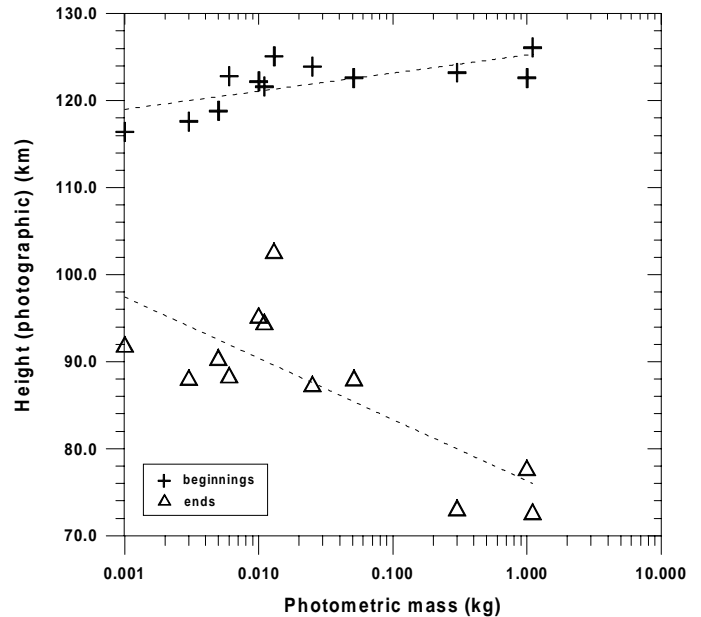
De fotografische opnamen zijn uitgemeten met het door Marc de Lignie ontwikkelde Astrorecord programma (versie 3.2); de video opnamen zijn uitgemeten met een semi-automatisch meetprogramma dat te Ondřejov ontwikkeld is door Pavel Kooten. Deze video opnamen werden aan de fotografische sets toegevoegd. De nauwkeurigheid van deze video opnamen bedroeg ongeveer 2 boogminuten; ongeveer een factor 3 minder goed dan de standaard reductie van een fotografische opname met een 50 mm objectief.

Fotografisch werk Leoniden 1995, 1997 en 1998

Het fotografisch materiaal van de Leoniden 1995, 1997 en 1998 is inmiddels in een drietal artikelen gepubliceerd.[4,5,6]



Figuur 1 : Begin- en eindhoogtes van fotografische Leoniden als functie van de absolute fotografische magnitude. Leoniden 1998 (subset)



Figuur 2 : Dezelfde gegevens als in figuur 1 maar dan uitgezet als functie van de absolute fotografische massa. Alleen de gefotometreerde Leoniden zijn gebruikt.

De baanelementen en trajectgegevens zijn toegevoegd aan de DMS fotografische database die via de DMS ftp site gedownload kan worden. [7] De figuren 1 en 2 geven grafisch de gevonden oplicht- en eindhoogtes van gefotografeerde Leoniden als functie van resp. de berekende fotometrische massa (figuur 1) en de absolute magnitude (figuur 2). Voor zeer heldere vuurbollen is er een bovenlimiet voor het fotografisch gebied van ongeveer 130 km. Boven deze waarde is de dichtheid van de atmosfeer zo gering, dat de productie van straling volgens de gangbare stralingstheorieën niet mogelijk is. De beide curven lijken sterk op elkaar. De oplichthoogte lijkt maar weinig afhankelijk van de massa. De eindhoogten zijn veel sterker afhankelijk. De helderste Leoniden dringen ruim 20 km dieper door dan de zwakkeren. Een Leonide (vuurbol) met een initiële massa van 1 kg dringt door tot een hoogte van 72 km wat nog altijd veel hoger is dan de eindhoogte van een lid van een andere zwerm met gelijke massa. De hoge oplichthoogtes van de Leoniden worden maar ten dele veroorzaakt door hun hoge initiële snelheid. Ook de poruze structuur van de Leoniden,

waardoor ze snel uiteenvallen (multi fragmentation) is hier mede oorzaak van. Deze multi fragmentation komt onder meer tot uiting in de lichtcurven van Leoniden die over het algemeen vlak verlopen. Leoniden vertonen zelden flares.

Oplichthoogtes van de all-sky video.

Figuur 3 toont de beginhoogtes van 12 vuurbollen uit de roemruchte vuurbollen nacht, 16/17 november 1998, opgenomen vanuit Xing Long, China. Er is een fraai verband tussen oplichthoogte en absolute magnitude. Verder zien we, dat de bepaalde oplichthoogtes aanzienlijk hoger liggen dan de 130 km uit de fotografische limiet. We hebben hier kennelijk te maken met een stralingsmechanisme waarvoor de fotografische camera's niet gevoelig zijn. Bij de helderste vuurbol werd een oplichthoogte van 195 km met de all-sky video vastgesteld!

Ter vergelijking zijn enkele Japanse waarden van de Leoniden 1997 gegeven. De hier gevonden waarden leiden aanvankelijk tot ongeloof. Het is ook ongelooflijk je te realiseren, dat het met de video camera vastgelegde traject ruim twee maal zo lang is als

het fotografische terwijl de 130 km grens voor fotografie nauwelijks afhankelijk is van de helderheid van de vuurbol. De 130 km grens is kennelijk een magische limiet waarboven zich andere stralingsmechanismen afspelen dan eronder. In het tweede deel van dit artikel komen we hier op terug.

Figuur 4 toont de oplichthoogtes als functie van de initiële fotometrische massa voor TV en fotografische meteoren. In tegenstelling tot bij de fotografie zien we een sterke afhankelijkheid van de oplichthoogte van de initiële massa. Hoe deze straling tot stand komt is vooralsnog een raadsel.

Tabel 1 geeft de trajectgegevens voor de 12 helderste simultaan gefotografeerde vuurbollen vanuit Xing-Long en Lin Ting Kou.

Tabel 2 toont dezelfde reeks vuurbollen maar dan ter vergelijking de fotografische naast de video gegevens van de all-sky video.

Conclusies

De gevonden resultaten tezamen met de gevoeligheidskarakteristieken van de video camera's geven een sterke

aanwijzing, dat meteoren een sterke infra rood emissie hebben op zeer grote hoogtes in de atmosfeer. Voor snelle meteoren als de Leoniden ligt deze emissie ruwweg in het hoogtegebied tussen de 130 km en 200 km hoogte. Op welke wijze deze straling tot stand komt in een zo ijl medium is tot op heden nog een raadsel. Canadeese modellen [8] geven als mogelijkheid, dat vluchtige organische moleculen verantwoordelijk zouden kunnen zijn voor deze straling zeer hoog in de atmosfeer.

Toekomstig onderzoek zal zich dan ook meer moeten richten op zeer hoge simultaanprojecten die bij voorkeur uitgevoerd zouden moeten worden met instrumenten met nog betere infrarood eigenschappen.

Tot slot

In een vervolgartikel : Structuren in de videobeelden op grote hoogten en de introductie van de drie fasen van het uiteenvallen/verbranden/verdammen van de meteoroiden.

De in dit en in het vervolgartikel gepubliceerde resultaten zijn inmiddels in een vervolgartikel voor Meteoritics and Planetary Science samengevat [9] Zij zijn naast de overige fotografische- en video resultaten de meest spectaculaire ontdekking uit de Sino

Dutch Leonid expedition in 1998. Deze expeditie is tot stand gekomen dankzij financiële ondersteuning van het NASA Planetary program, Het Kerkhoven Bosschafonds van de Leidse Sterrenwacht, de Stichting Physika (Dutch Physics Foundation) en de Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen (KNAW). De software die gebruikt is bij de reductie van de Leoniden 1998 is grotendeels ontwikkeld door Pavel Spurný en Zdenek Ceplecha. Het meetprogramma Astrorecord is ontwikkeld door Marc de Lignie. Pavel Kooten ontwikkelde en testte het automatische meetprogramma voor video meteoren.

De Chinese Academy van Wetenschappen (CAS) zorgde voor logistiek en onderdak en droeg zorg voor tijdelijke invoer van de apparatuur.

Referenties

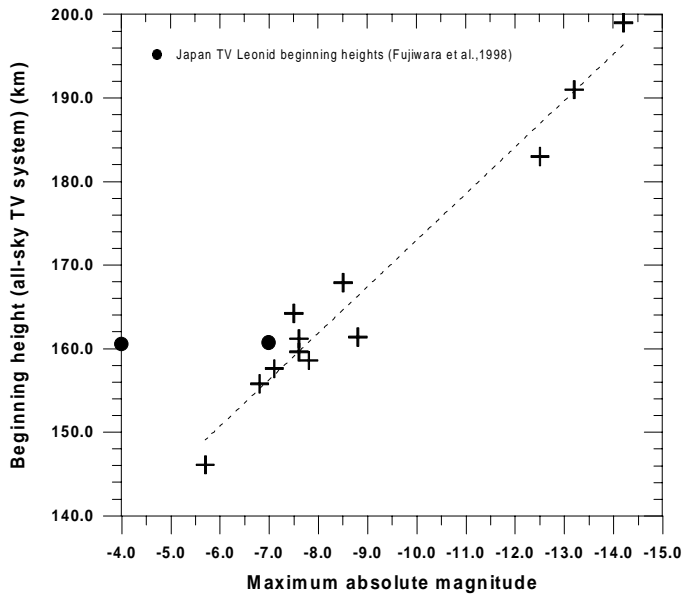
- 1] Betlem,H.: Leonidenactie te Xing Long. Radiant **21**(1999),1
- 2] BOROVICKA, J., STORK R., AND BOCEK J. (1999) First results from video spectroscopy of 1998 Leonid meteors. *Meteorit. Planet. Sci.* **34**, 987-994.
- 3] Spurný,P.,Betlem,H.,van 't Leven,J.,Jenniskens,P.: (2000) Atmospheric behavior and ex-

treme beginning heights of the 13 brightest photographic Leonids from the ground-based expedition to China. *Meteoritics and Planet. Sci.* **35**,243-251

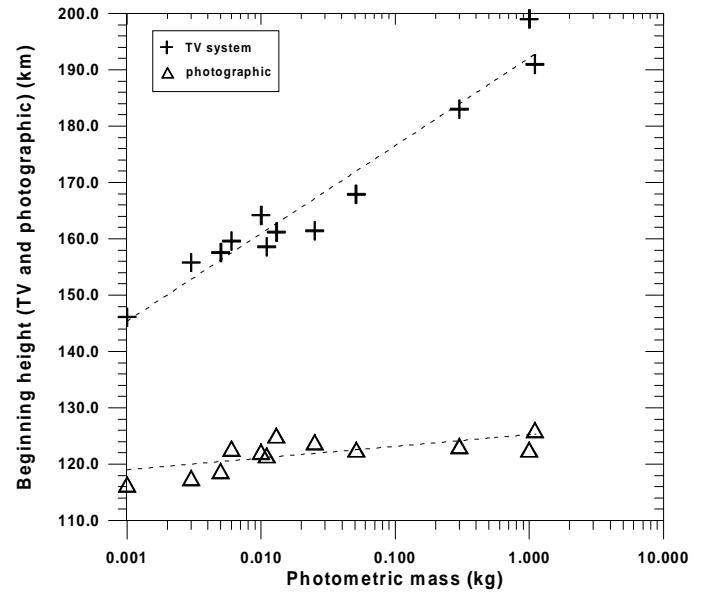
- 4] Betlem,H.,Ter Kuile,C.,Van 't Leven,J.,de Lignie,M.,Bellot,L.R.,Koop,M.,Angelo,C.,Wilson,M.,Jenniskens,P. (1997) Precisely reduced meteoroid trajectories and orbits from the 1995 Leonid meteor outburst. *Planet.Space.Sci.***45**,853-856
- 5] Jenniskens,P.,Betlem,M.: Massive Remnant of Evolved Cometary Dust Trail Detected in the Orbit of Halley-Type Comet 55P/Tempel-Tuttle. *The Astrophysical Journal*, **531**:1161-1167, (2000 March 10)
- 6] BETLEM H., JENNISKENS P., VAN'T LEVEN J., TER KUILE C., JOHANNINK C., HAIBIN Z., CHENMING L., GUANYOU L., JIN Z., EVANS S., AND SPURNÝ P. (1999) Very precise orbits of 1998 Leonid meteors. *Meteorit. Planet. Sci.* **34**, 979-986.
- 7] DMS anonymous ftp site : strw.leidenuniv.nl/ftp1/pub/betlem/orbits
- 8] Murray,I.cs. *Meteorit.Planet.Sci.* (submitted)
- 9] Spurný,P.;Betlem,H.: *Meteorit.Planet.Sci.* (submitted)

| Meteor No. | Time (UT) | N_i | V_{inf} (km/s) | M_{max} | m_{inf} (kg) | PE / Type | H_B (km) | H_E (km) | L_{ph} (km) | t_{ph} (s) | Slope (deg) |
|------------|-----------|-------|------------------|-----------|----------------|------------|------------|------------|---------------|--------------|-------------|
| 98002 | 16.69212 | 3 | 71.80 | - 7.6 | 0.013 | -6.40/IIIB | 128.9 | 102.8 | 116.6 | 1.62 | 12.46 |
| 98003 | 16.69326 | 2 | 71.21 | - 8.5 | 0.51 | -5.72/IIIB | 126.9 | 88.1 | 152.2 | 2.14 | 14.19 |
| 98008 | 16.73461 | 4 | 71.7 | - 7.8 | 0.011 | -6.26/IIIB | 121.6 | 94.6 | 61.9 | 0.86 | 25.67 |
| 98011 | 16.75537 | 3 | 72.2 | - 7.5 | 0.01 | -6.18/IIIB | 122.2 | 95.3 | 54.5 | 0.76 | 29.41 |
| 98012 | 16.76153 | 5 | 71.8 | - 8.7 | 0.025 | -5.80/IIIB | 123.9 | 87.5 | 68.4 | 0.95 | 31.91 |
| 98015 | 16.77279 | 3 | 71.9 | - 7.1 | 0.005 | -5.82/IIIB | 118.8 | 90.5 | 48.5 | 0.68 | 35.50 |
| 98020 | 16.80541 | 3 | 70.5 | - 7.6 | 0.006 | -5.78/IIIB | 122.8 | 88.5 | 48.8 | 0.69 | 44.52 |
| 98023 | 16.81479 | 6 | 71.55 | - 12.5 | 0.3 | -5.43/IIIA | 124.7 | 73.2 | 70.9 | 0.99 | 46.39 |
| 98041 | 16.89353 | 4 | 71.8 | - 13.2 | 1.1 | -5.79/IIIB | 134.7 | 73.1 | 67.0 | 0.93 | 66.82 |
| 98043 | 16.90470 | 3 | 71.3 | - 6.8 | 0.003 | -5.78/IIIB | 119.8 | 87.6 | 34.7 | 0.49 | 67.84 |
| 98044 | 16.90594 | 3 | 71.5 | - 14.4 | 1.0 | -6.08/IIIB | 126.5 | 77.6 | 52.8 | 0.74 | 67.65 |
| 98045 | 16.90609 | 4 | 71.7 | - 5.7 | 0.001 | -5.87/IIIB | 116.4 | 92.0 | 22.1 | 0.31 | 69.25 |

Table1. Geophysical data on very bright Leonids photographed in the Hebei network on November 16, 1998



Figuur 3 : Beginhoogtes van Leoniden vuurbollen, opgenomen met het all-sky video systeem f/2.8-15 mm als functie van de fotometrische absolute magnitude. Ter vergelijking zijn twee waarden van Japanse video vuurbollen (Leoniden 1997) gegeven.



Figuur 4 : Oplichthoogtes voor video (kruisjes) en fotografische systemen (driehoekjes) voor de Leoniden 1998. De starthoogte voor het video systeem (Infra Rood) is veel sterker afhankelijk van de massa, dan de zichtbare oplichthoogte in het fotografisch gebied (120 – 130 km)

| Meteor No. | M_{\max} | m_{inf} (kg) | $H_{\text{B(PH)}}$ (km) | $H_{\text{B(TV)}}$ (km) | H_{E} (km) | L_{TV} (km) | $R_{\text{B(TV)}}$ (km) |
|------------|------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|
| 98002 | - 7.6 | 0.013 | 125.1 | 161 | 102.8 | 236 | 161 |
| 98003 | - 8.5 | 0.51 | 122.6 | 168 | 88.1 | 301 | 321 |
| 98008 | - 7.8 | 0.011 | 121.6 | 159 | 94.6 | 145 | 252 |
| 98011 | - 7.5 | 0.01 | 122.2 | 164 | 95.3 | 138 | 165 |
| 98012 | - 8.7 | 0.025 | 123.9 | 161 | 87.5 | 138 | 213 |
| 98015 | - 7.1 | 0.005 | 118.8 | 158 | 90.5 | 114 | 180 |
| 98020 | - 7.6 | 0.006 | 122.8 | 160 | 88.5 | 101 | 198 |
| 98023 | - 12.5 | 0.3 | 123.2 | 183 | 73.2 | 151 | 183 |
| 98041 | - 13.2 | 1.1 | 126.1 | 191 | 73.1 | 128 | 241 |
| 98043 | - 6.8 | 0.003 | 117.6 | 156 | 87.6 | 73 | 156 |
| 98044 | - 14.4 | 1.0 | 122.6 | 199 | 77.6 | 131 | 200 |
| 98045 | - 5.7 | 0.001 | 116.4 | 146 | 92.0 | 58 | 178 |

Table 2. Height scales determined from the photographic and TV observations for the brightest Leonids observed in the Hebei network during the night on November 16, 1998

VVS Meteoren bijeenkomst. 8 April 2000 te Genk

Hans Betlem ¹

1. Lederkarper 4, 2318 NB Leiden

Op 8 april jl. vond een bijeenkomst plaats van de VVS Werkgroep Meteoren in het splinternieuwe en fantastisch geoutilleerde Europlanetarium in Genk, vlak over de grens bij Nederlands Limburg. De bijeenkomst was georganiseerd door Jean Marie Biets, ook in Nederland geen onbekende. Het doel was om ook in België weer wat meer mensen, met name jongeren, te interesseren in het meteorenwerk. Net als in Nederland is ook in België de belangstelling voor de actieve beoefening van de sterrenkunde de laatste jaren behoorlijk afgenomen.

Na een stil begin, mede vanwege enorme files rond Antwerpen, konden in de loop van de middag ruim 30 bezoekers verwelkomd worden. Dat zijn aantallen waar wij de laatste jaren voor DMS bijeenkomsten slechts van konden dromen.

Als bijzondere gast kon Peter Jenniskens verwelkomd worden. Op doorreis tussen twee bijeenkomsten in Engeland en Israël was er tijd om op deze bijeenkomst het laatste nieuws van de 1999 Airborne Campaign te melden.

Na een voortreffelijke lunch in de voorjaarszon op een naastgelegen terras kon de bijeenkomst rond half twee in de middag aanvangen met een voordracht van Hendrik vanden-Bruane, werkleider van de Belgische VVS Werkgroep Meteoren. Hendrik liet een overzicht zien van de gedurende het jaar 1999 verzamelde waarnemingen. Net als in Nederland wordt het overgrote deel van de waarnemingen door slechts enkelen geleverd. Een presentatie van de resultaten, uitwerkingen van zwermactiviteiten ed. als deze is beslist stimulerend voor de waarnemers te noemen.

Na een korte pauze was het woord aan schrijver dezes met een presentatie



Groepsfoto van (een deel van) de deelnemers van de VVS bijeenkomst op 8 april 2000 in het Europlanetarium te Genk. Foto : Peter Jenniskens

van een half uurtje over de Mbale meteorietval.

Een groot aantal fragmenten van de Mbale, waaronder de hoofdfragmenten, was in vitrines in de hal van het Europlanetarium te bezichtigen en trok veel belangstellenden. Kort werd verteld hoe DMS betrokken is geraakt bij de val van de Mbale en wat er in de voorbije jaren aan onderzoek is gedaan.

Vervolgens kreeg Peter Jenniskens het woord. Uitgebreid werd stilgestaan bij de Airborne Mission tijdens de Leoniden van 1999. De schitterende videofilm met tientallen meteoren en de sfeerbeelden van de acties in de vliegtuigen oogstten veel bewondering. Dit korte verslagje voert te ver om een opsomming van de (wetenschappelijke) resultaten van de missie te geven. Daar zouden veel Radianten mee te vullen zijn. In een afzonderlijk artikel

in Radiant hopen we hier nog op terug te komen. Videotechnieken hebben veel van het oude visuele werk overgenomen en zeer fraaie (en gladde) activiteitscurves van Leoniden werden verkregen. Opmerkelijk detail: De ZHR curve van de Leonidenuitbarsting van 1999 volgt de wiskundige beschrijving die bekend staat als een Lorentzcurve.

Na Peter was het woord aan Casper ter Kuile, die een verhaal hield over de organisatie en de opzet van een fotografische actie. Met name de voorbereidingen, de technische uitvoering en de verwerking van de resultaten achteraf werden besproken. Een nieuwtje uit de 1998 actie in China werd vervolgens door schrijver dezes gebracht. Het betreft de uitzonderlijke ophichthoogtes en de diffuse structuren die waargenomen zijn op de videobeelden van Xing Long en

Lin Ting Kou. Deze resultaten zullen in twee afleveringen in Radiant worden beschreven. Het eerste deel staat elders in dit nummer.

Het Europlanetarium bleek als locatie een voltreffer voor bijeenkomsten. De technische mogelijkheden zijn fantastisch. Dia's en powerpointpresentaties konden op een 5 meter groot matrix scherm worden bekeken. De

groepsfoto, die tijdens de middagpauze door Peter Jenniskens met een digitale camera werd gemaakt, was meteen na afloop van deze pauze levensgroot op dit scherm geprojecteerd. Met heimwee denken we terug aan de haperende diaprojectoren van weleer en de vergeefs tegen het daglicht optornende overhead projectoren.

Een in alle opzichten uitstekende bijeenkomst, die afgesloten werd met een gezellig samenzijn in een Chinees restaurant in Waterschei. Tradities zijn er om behouden te worden.

Rest een woord van complimenten aan Jean Marie Biets voor de goede organisatie. De ongedwongen sfeer en het prachtige weer deden de rest.

DMS presentatie op Noordwijk Space Expo

Hans Betlem ¹

1. Lederkarper 4, 2318 NB Leiden

Op zaterdag 15 april 2000, één week na de VVS bijeenkomst in België, was DMS te gast op Noordwijk Space Expo ter gelegenheid van Space Day 2000. Het is al weer een aantal jaren geleden dat DMS middels een stand aanwezig was op een publieksmanifestatie. De grootste happenings op dit gebied waren ongetwijfeld de manifestaties "Techniek in Vrije Tijd" waarop wij in 1985 en 1987 te gast waren in de Utrechtse Jaarbeurs. Het is haast ongelooflijk je te realiseren, dat het toendertijd mogelijk was gedurende een hele week standbemanning te hebben!

Space Day was wat bescheidener van omvang. De standbemanning werd verzorgd door Casper ter Kuile, Michelle van Rossum en schrijver dezes. Er stonden vier camerabatterijen van verschillende posten opgesteld waarmee het mogelijk was de bezoekers uitleg te geven over simultaanfotografie. Er is nog steeds een forse hoeveelheid posters aanwezig (met tijdloze thema's) en als grote blikvanger diende de hoofdklomp van de Mbale meteoriet.

Een perfecte plek op een podium, uitgekiende verlichting en een gezellige sfeer maakten Space Day 2000 tot een geslaagde dag.

De foto's geven enkele impressies. Wellicht in de herhaling op Space Day 2001 ?



