

Leoniden 1999 : eerste fotografische resultaten

Hans Betlem¹

1. Lederkarper 4, 2318 NB Leiden

Inleiding

In het vorige nummer van Radiant werd verslag gedaan van de geslaagde fotografische expeditie rondom de Leoniden 1999 in Spanje.

We zijn inmiddels een kleine drie maanden verder en er is een flink stuk reductiewerk achter de rug. In dit artikel een korte uiteenzetting van de gevolgde werkwijze. Het is voor het eerst in de geschiedenis, dat er simultaan fotografische waarnemingen zijn gedaan aan een meteorenzwerm met een zo hoge activiteit. Dankzij een uitgekende wijze van reductie is het grote schrikbeeld (geen enkele meteor is meer te identificeren, laat staan te koppelen aan een simultaanexemplaar) niet bewaarheid geworden. Op het moment dat deze eerste indrukken worden gepubliceerd zijn ruim 160 simultaansets met zekerheid geïdentificeerd en van tijdstippen voorzien. Meer simultaansets zullen volgen.

Werkwijze

De week na afloop van de expeditie werden alle belichte 111 films ontwikkeld. Er kunnen hiervoor drie Paterson multi-units ingezet worden die elk 8 films tegelijk kunnen bevatten. In vijf ontwikkelrondes kon de klus geklaard worden.

De administratie had echter aanzienlijk meer voeten in aarde. Reeds op het eerste gezicht wemelden de negatieven van de meteoren, iets dat ook al verwacht kon worden bij de eerste blikken op de all-sky video tape.

Nadat alle negatieven met een sterke loupe waren bekeken konden de voorlopige scores van gefotografeerde aantallen meteoren worden opgemaakt. Punto Alto ca. 1100 gefotografeerde meteoren, Casa Nueva ca. 700 stuks. Een eerste opzet van de fotolijst met datum, belichtingsinterval, sterrenbeeld, geschatte helderheid vanaf negatief en aantal sectoronderbrekingen kon worden opgemaakt.

Voor de simultaanprognoses zijn rechte klimming en declinatie van de meteorsporen (begin- en eindpunt) noodzakelijk. Voor het prognoseprogramma luistert dit in het algemeen niet zo nauw. Globale aflezing van een sterrenatlas met een nauwkeurigheid van een graad of vijf volstond in het verleden in de meeste acties. Binnen de genoemde nauwkeurigheid

werd de simultaancomponent dan meestal ook wel teruggevonden op een negatief.

Bij de Leoniden 1999 lag de zaak iets ingewikkelder, immers, die simultaancomponent staat niet alleen op het negatief, maar weet zich daar omringd door enkele, vele of zelfs tientallen soortgenoten, soms zelfs binnen enkele graden afstand. Dit vereist nauwkeuriger prognoses om de juiste simultaansets te kunnen bepalen.

In plaats van globale coördinatenbepaling met een atlas werd derhalve gekozen voor nauwkeurig uitmeten van alle opnamen met behulp van Astrorecord. Hiertoe werden in de eerste week van januari alle negatieven op foto CD overgebracht, resulterend in zes bomvolle foto CD's. Dit nauwgezette werkje (bijna 800 negatieven overbrengen en nauwkeurig administreren) werd binnen twee dagen foutloos uitgevoerd door Smits fotovaklab te Driebergen. Juist bij dit soort zaken blijkt de noodzaak voor het inschakelen van een professioneel fotovaklab in plaats van de commerciële "bulk".

Het tweede deel van de kerstvakantie kon derhalve gebruikt worden voor het uitvoeren van de eerste monsterklus, het globaal (d.w.z. met een nauwkeurigheid van 1') uitmeten van de 1800 meteorsporen en het invoeren van de berekende RA en DEC

waarden in de eerder aangemaakte spreadsheets. Doordat de coördinaten van de posten nauwkeurig bepaald waren, konden nu de simultaanprognoses gedraaid worden. Deze zijn in het Excel gegevensblad geïntegreerd, zodat van de hele lijst in één keer alle simultaanprognoses naar eendere post gedraaid worden, evenals de prognoses terug, gezien vanuit de andere post. Door nu de lijsten naast elkaar te leggen, of beter, elektronisch te vergelijken, rollen de simultaanopnamen er theoretisch uit. Enkele tientallen heldere meteoren vielen er meteen al uit. Prognoses binnen één á twee graden. Dat gaf de burger moed.

Bij deze nauwkeurigheid van werken gaan echter ook de cameratijden een rol spelen. Alle opnamen zijn 15 minuten belicht, overeenkomend met een verplaatsing van een kleine 4 graden in rechte klimming.

Nauwkeuriger prognoses kunnen gemaakt worden, wanneer de meteor-tijdstippen bekend zijn.

De all-sky video tape

De tijdstippen van de heldere meteoren zijn vastgelegd met een all-sky video systeem. Dit systeem is voor het eerst gebruikt tijdens de Leonidenactie in Californie in 1997, maar het echte grote succes werd toch geleverd tijdens de Leonidenexpeditie 1998

naar China. Het systeem bestaat uit een videocamera met beeldversterker, bekroond met een Canon FD f/2.8-15 mm fish-eye lens. Het systeem is niet helemaal all-sky omdat de vier flappen van de zonnekap in de hoeken delen van het beeld langs de horizon afkappen.

De all-sky video heeft tijdens de Leonidenactie 1999 in Spanje drie nachten gedraaid van 22h UT tot 6h UT. De acht uur per nacht zijn vastgelegd op twee 4-uurs tapes. Een snelle rekensom leidt dan tot wisseling van de tape rond 2h UT, exact tijdens met maximum van de Leonidenregen. Tussen 1h59m en 2h02m UT ontbreken dan ook de gegevens.

Omdat de video tape ook waardevol kan zijn voor het vastleggen van het activiteitsprofiel van de zwerm voor de helderder deeltjes, zijn niet alleen de helderste meteoren vastgelegd, maar zijn alle meteoren opgetekend. Monsterklus 2 diende zich aan.

Begonnen werd met tape 2, omdat die (rond het maximum beginnend) flink kon oogsten. Omdat de positionering van de meteoren op de fotonegatieven nauwkeurig luistert (er staan vaak veel meteoren op een negatief) werd geprobeerd de RA en DEC van elke meteor vanaf het videoscherm zo nauwkeurig mogelijk in een atlas te bepalen. Voor sterrenrijke situaties gaat dat nauwkeuriger dan voor de wat legere velden op het beeldscherm. Na één uur stug doorwerken stonden de gegevens van de eerste 40 meteoren in de lijst en was de videotape.....

1 minuut verwerkt. Dat gaf de burger moed voor die overige 7 uur en 59 minuten. Gelukkig duurde de storm geen uren.

De totale verwerking heeft enkele weken geduurd en kon medio februari worden afgerond. Het is een indrukwekkend groot document geworden met posities en helderheden van 2500 video meteoren vanaf magnitude +2. Zeer hoopgevend was het gegeven, dat de posities van de helderder meteoren vanaf het beeldscherm er vaak niet meer dan enkele graden naast zaten. Wel deed zich een ander merkwaardig fenomeen voor, waar-

voor tot op heden nog geen verklaring is. De helderder meteoren zijn op het beeldscherm aanzienlijk helderder dan op de foto (een -1 op de foto ziet er uit als een -4 op de video); er zijn veel heldere meteoren (ca. -1) op de video die niet terug te vinden zijn op de foto's (dat is verklaarbaar met het eerdere gegeven), maar er zijn ook veel gefotografeerde meteoren, die niet op de video zijn terug te vinden. Mogelijk spelen er hier twee stralingsmechanismen. Een aanwijzing dat dit wel eens juist zou kunnen zijn wordt gevonden in het fenomeen van de spectaculaire oplichthoogten van heldere Leoniden, gevonden uit video opnamen van 1998 waarover binnenkort in Radiant meer. [3,4]

Een snelle eerste inventarisatie van het materiaal leverde ruim 400 tijdstippen (een kwart van alle opnamen vanaf Punto Alto) van alle meteoren van magnitude 0 en helderder. Hiervan is een royale 160 stuks simultaan met Casa Nueva. Dit materiaal zal de basis zijn voor eerste analyse en publicatie.

Er zitten beslist nog simultaanopnamen en tijdstippen van minimaal eenzelfde aantal verborgen in het materiaal, waar later naar gekeken kan worden.

Van de opnamen waarvan de tijdstippen gevonden zijn, zijn vervolgens de uitgemeten RA waarden in de overzichten aangepast waarna vrijwel alle simultaanprognoses binnen enkele graden op hun plaats vielen.

Uitmeetwerk

Inmiddels was het half februari geworden en diende monsterklus 3 zich aan. Het uitmeten van ruim 450 simultaan negatieven om een eerste analyse en bespreking tijdens het verblijf in Ondřejov, eerste week van maart 2000, mogelijk te maken.

Een extra motivatie om een start met uitmeten te maken was gelegen in het beschikbaar komen van Firbal 8.0 waarin met name flinke verbeteringen in de wijze waarop initiële snelheden kunnen worden bepaald en de mogelijkheid tot een (poster)presentatie op

de MAC99 workshop, begin april in Tel Aviv.

Op het moment dat dit artikel wordt opgemaakt is een dertigtal simultaanopnamen verwerkt met enkele eerste conclusies.

Met belangstelling werd natuurlijk gekeken naar de gevonden radiantposities, immers, de rechte klimming van de berekende radiant bij niet gevolgde opnamen wordt direct beïnvloed door het verschijningstijdstip. Fouten in dit tijdstip uiteten zich direct in de rechte klimming van de radiant (en dan ook alleen in deze grootheid en natuurlijk in alle daaraan gerelateerde baanelementen). Grote spreidingen in deze radiantpositie kunnen dus duiden op foutieve identificatie. Indien we de spreiding in de radiantposities en de baanelementen statistisch willen onderzoeken is derhalve 100% zekerheid op de identificatie van de meteoren noodzakelijk.

Op 2 meteoren na, die om globaal de juiste radiantpositie te krijgen in het "gat" tussen 1h59m en 2h02m moeten zijn verschenen (!), levert de eerste bulk van 30 meteoren een ongehoord zuivere en compacte radiantpositie met een standaard deviatie die slechts een derde is van wat gevonden werd tijdens de China expeditie (1998) maar gebaseerd op minder dan de helft van het aantal opnamen, vergeleken met 1998. Zie tabel 1 en figuur 1.

Verdere analyse

Een enorme bulk werk is er nog te doen, maar de kop is er af. De eerste resultaten zijn hoopgevend.

De komende maanden zullen meer opnamen worden uitmeten waarmee de dataset langzaam kan groeien. Na een eerste globale presentatie wordt er even iets tempo terug genomen, maar de verwachting is toch wel, dat de klus uiterlijk komend najaar kan worden afgerond.

En dat mag wel dienen, want komende Leoniden(expedities) dienen zich weer aan.

Tot slot

Tot slot een dankwoordje aan Pavel Spurný, niet alleen voor de haast traditionele week gastvrijheid in Ondřejov en de vele inspirerende discussies maar ook voor het “upgraden” van onze programmatuur.

Ook dank aan de mensen van Smits fotovaklab die zich de waarde van het negatiefmateriaal realiseren, daar overeenkomstig mee om gaan en desondanks ruim 600 negatieftransfers foutloos binnen een dag aanmaken en het materiaal (verzekerd en wel) met twee dagen retour bezorgen. Klasse!

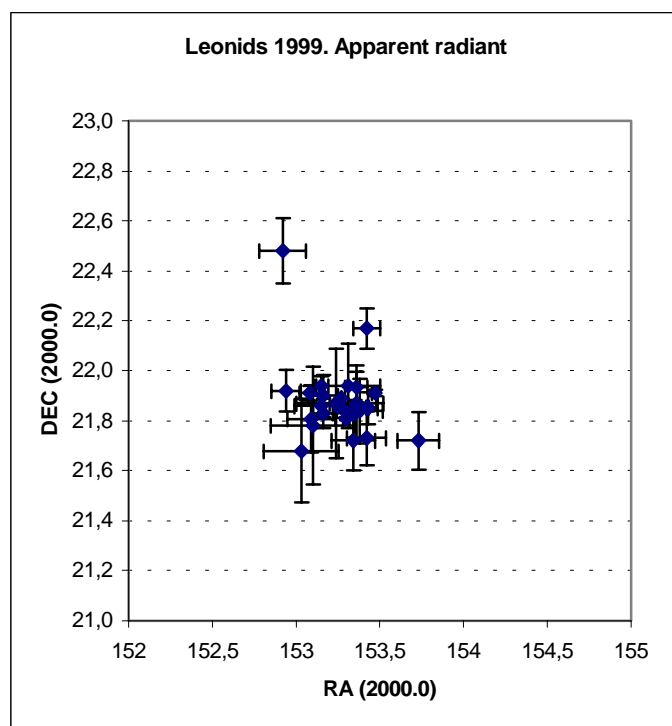
Referenties

- 1] Betlem, H.; Ter Kuile, C.R.; van 't Leven, J.; de Lignie, M.; Bellet, L.R.; Koop, M.; Angelo, C.; Wilson, M.; Jenniskens, P.: Precisely reduced meteoroid trajectories and orbits from the 1995 Leonid meteor outburst. *Planet. Space Sci.*, Vol.45, No.7, pp.853-856 (1997)
- 2] Betlem, H.; Jenniskens, P.; van 't Leven, J.; ter Kuile, C.R.; Johannink, C.; Zhao, H.; Lei, C.; Li, G.; Zhu, J.; Evans, S.; Spurný, P.:

Very precise orbits of 1998 Leonid meteors. *Meteoritics & Planet. Science* **34**, 979-986 (1999)

- 3] Spurný, P.; Betlem, H.; van 't Leven, J.; Jenniskens, P.: (2000) Atmospheric behavior and extreme beginning heights of the thirteen brightest photographic Leonid meteors from the ground-based expedition to China. *Meteorit. Planet. Sci.* **35**, (in press).
- 4] Spurný, P.; Betlem, H.; Jobse, K.; Koten, P.; van 't Leven, J.: New type of radiation of bright Leonid meteors above 130 km. *Meteorit. Planet. Sci.* (submitted)

DMS nr.	RA	[+/-]	DEC	[+/-]	Δ RA	Δ DEC
99008	153,08	0,060	21,91	0,030	1,08	0,21
99009	152,94	0,089	21,92	0,082	1,89	0,28
99010	153,15	0,044	21,94	0,040	0,68	0,42
99011	153,15	0,160	21,86	0,040	0,68	0,13
99013	153,31	0,190	21,94	0,170	0,25	0,42
99014	153,42	0,080	22,17	0,080	0,89	1,99
99015	153,24	0,240	21,87	0,220	0,16	0,06
99016	153,42	0,116	21,73	0,108	0,89	1,01
99017	153,27	0,002	21,89	0,002	0,02	0,08
99018	153,16	0,090	21,90	0,085	0,62	0,15
99019	153,16	0,060	21,83	0,059	0,62	0,33
99020	153,47	0,016	21,91	0,013	1,18	0,21
99021	153,35	0,002	21,83	0,005	0,48	0,33
99023	153,10	0,253	21,78	0,235	0,97	0,67
99025	153,36	0,160	21,87	0,150	0,54	0,06
99026	153,09	0,144	21,81	0,134	1,02	0,48
99028	153,36	0,067	21,94	0,063	0,54	0,38
99029	153,38	0,139	21,84	0,129	0,66	0,26
99030	153,43	0,058	21,85	0,064	0,94	0,19
99031	152,92	0,140	22,48	0,131	2,01	4,10
99032	153,30	0,020	21,81	0,005	0,19	0,47
99034	153,34	0,130	21,72	0,120	0,42	1,08
99036	153,29	0,065	21,84	0,031	0,12	0,25
99044	153,35	0,032	21,85	0,030	0,47	0,17
99046	153,03	0,223	21,68	0,207	1,37	1,35
99050	153,43	0,007	21,85	0,003	0,92	0,17
99043	153,25	0,003	21,86	0,001	0,10	0,13
99045	153,73	0,125	21,72	0,116	2,68	1,08
Mean	153,27		21,88			
St.dev.	0,17		0,15			
1998 [2]	153,29		22,12			
	0,53		0,33			



Figuur 1 : (boven) Radiantposities voor een dertigtal 1999 fotografische Leoniden. De gemiddelde radiantpositie is nóg compacter dan in 1998 [2]

Tabel 1 (links). Berekende radiantposities met individuele foutenmarges (kolommen 2 t/m 5) Gemiddelden en standaarddeviatie zijn onder aan de tabel gegeven. De twee laatste kolommen geven aan hoeveel standaarddeviaties de betreffende radiantpositie van de gemiddelde positie afwijkt. Met de waarden voor Δ RA kunnen eventuele mis-identificaties opgespoord worden.