

# REKENWERK AAN SIMULTAANOPNAMEN

Hans Betlem \*

## ENGLISH SUMMARY

Orbital and trajectory data of several multi-station photographic meteors are presented. The events were photographed in 1981, 1983 and 1988. The Czechoslovakian "FIRBAL" program, developed by Dr.Zd.Ceplecha is used for reduction of all Dutch multi-station photographs.

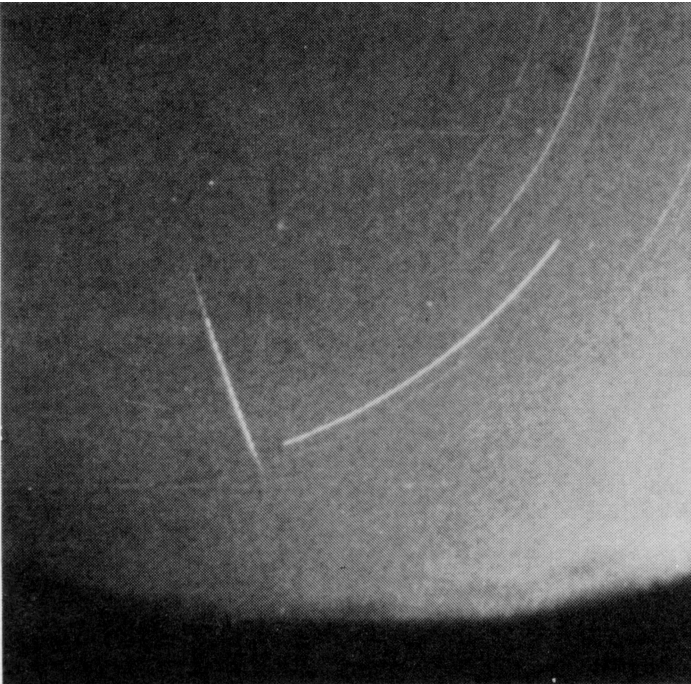


Figure 1: *De vuurbol van 3 November 1988 19h08m43s UT in een fish-eye opname van Klaas Jobse vanuit Oostkapelle.*

### Inleiding

De afgelopen maanden is er weer veel werk verricht aan het uitmeten en berekenen van verschillende meervoudig gefotografeerde meteoren.

Ondanks het feit, dat er en recordhoeveelheid 1988-materiaal op verwerking ligt te wachten, richten we momenteel vooral de aandacht op ouder materiaal, met name uit de periode 1981-1983. Sommige opnamen uit het allereerste begin zijn nog niet met FIRBAL berekend omdat dit programma pas in 1982 gebruiksklaar werd. Verder is het anno 1989 erg plezierig te kunnen melden, dat verschillende posten die vroeger grote moeite hadden met samenwerking met DMS, thans probleemloos opnamen ter beschikking stellen om uit te meten. Hierdoor kunnen oudere, al eerder verwerkte en gepubliceerde sets worden aangevuld of ontstaan er nieuwe simultaansets.

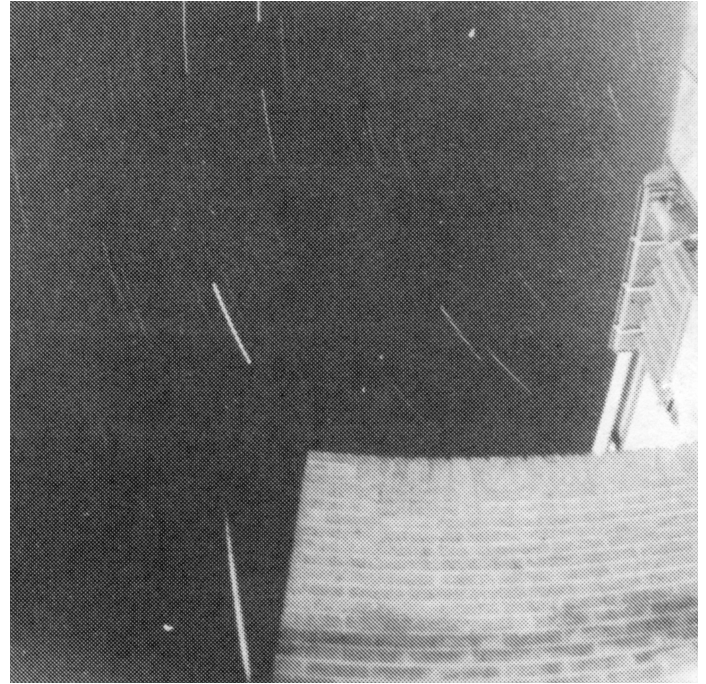


Figure 2: *Dezelfde meteor, gefotografeerd door Koen Miskotte vanuit Harderwijk.*

Schrijver dezes hecht er veel waarde aan, op termijn *alle* ooit simultaan of meervoudig gefotografeerde (Nederlandse) met FIRBAL te kunnen doorrekenen en gemeenschappelijk te publiceren.

In dit artikel een presentatie van een aantal doorgerekende opnamen uit allerlei jaren. Ook uit het 1988 materiaal pikten we wat opnamen mee.

### **De sporadische vuurbol van 3 November 1988 19<sup>h</sup>08<sup>m</sup>43<sup>s</sup> UT**

Op donderdagavond 3 November was het al een grote drukte in meteoren fotograferend Nederland. Een glasheldere nacht als voorloper op het zo geslaagde Tauriden weekend 4/5/6 November zorgde ervoor, dat op verschillende posten al vroeg automatische apparatuur buiten stond.

In *Bussloo* werd die avond de apparatuur opgesteld en in gereedheid gebracht voor het komende Tauriden weekend. De all-sky stond echter vanaf 18<sup>h</sup>30<sup>m</sup> UT al buiten. De vuurbol werd gesnapt nabij het randje van de opname, laag in het westen. (Foto 1).

\*Lederkarper 4, 2318 NB Leiden

NOVEMBER 3, 1988		19 <sup>h</sup> 08 <sup>m</sup> 43 <sup>s</sup> UT	
	OOSTKAPELLE	HARDERWIJK	BUSSLOO
h beg.	64.0 km	66.1 km	66.7 km
h end.	33.8 km	34.5 km	45.1 km
$\phi$ beg.	52°.465	52°.463	52°.463
$\phi$ end.	52°.491	52°.490	52°.481
$\lambda$ beg.	4°.286	4°.266	4°.266
$\lambda$ end.	4°.503	4°.499	4°.422
Length	33.8 km	36.2 km	24.1 km
RADIANT (2000.0)	OBSERVED	GEOCENTRIC	HELIOCENTRIC
$\alpha$	299°.16±0°.12	293°.67±0°.15	-
$\delta$	41°.05±0°.06	37°.89±0°.08	-
$\lambda$	-	-	311°.62±0°.15
$\beta$	-	-	37°.89±0°.08
$V_{\infty}$ (km/s)	16.2±0.1	11.9±0.14	37.7±0.1
ORBITAL ELEMENTS	(2000.0)		
a (AU)	2.40	$\omega$	179°.67±0°.10
$a^{-1}$ (AU <sup>-1</sup> )	0.417±0.008	$\Omega$	221°.75±0°.00
e	0.587±0.008	i	15°.63±0°.15
q (AU)	0.992±.000	$\pi$	41°.42±0°.10

Table 1: *Baan- en trajectgegevens van EN041188.*

OOSTKAPELLE				BUSSLOO	
t(s)	h (km)	v (km/s)	a (km/s <sup>2</sup> )	V (km/s)	a (km/s <sup>2</sup> )
0	61.4	16.2±0.08	-0.05±0.03	16.4±0.4	-0.5±0.3
0.10	60	16.2±0.08	-0.07±0.04	16.3±0.3	-0.6±0.3
0.44	55	16.1±0.06	-0.18±0.08	16.0±0.3	-1.1±0.6
0.79	50	16.0±0.03	-0.48±0.14	15.4±0.3	-2.1±1.1
1.15	45	15.7±0.06	-1.33±0.17	14.2±0.9	-4.1±2.1
1.51	40	14.9±0.08	-3.71±0.32		
1.91	35	12.1±0.48	-11.5±3.		
2.03	33.8	10.5±1.	-16.±5.		

Table 2: *Snelheden en vertragingen voor de opnamen Oostkapelle en Bussloo.*

De sigma fish-eye opname kon met een nauwkeurigheid van 5' worden uitgemeten. Het waterpassen blijft hier het probleem op het bolle fish-eye venster.

In *Harderwijk* stond de fish-eye opstelling van Koen Miskotte ook al buiten. Ook hier verscheen de meteor in het westen. Koen gebruikte (nog) geen sektor op zijn fish-eye. (Foto 2). De opname is met dezelfde nauwkeurigheid uitgemeten als Bussloo.

Ook Cyclops in *Oostkapelle* was al te velde. Gelukkig had Klaas Jobse naast zijn Canon fish-eye ook de PMT in bedrijf staan, want niemand heeft de vuurbol gezien! De PMT te Oostkapelle leverde het tijdstip.

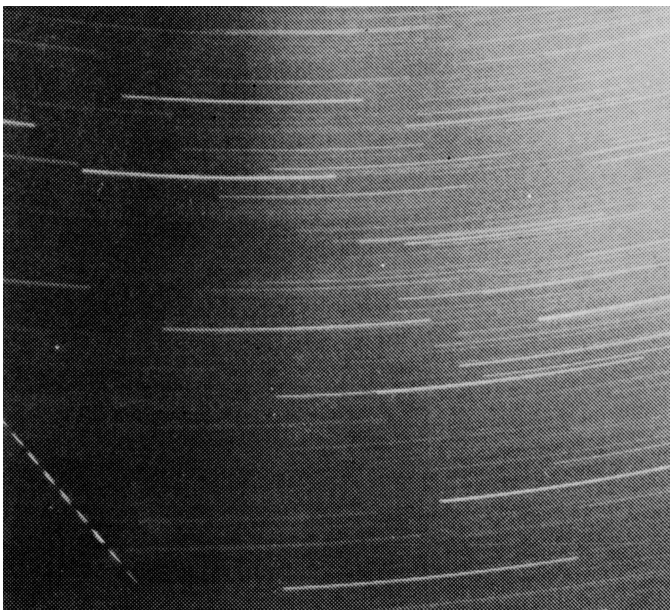
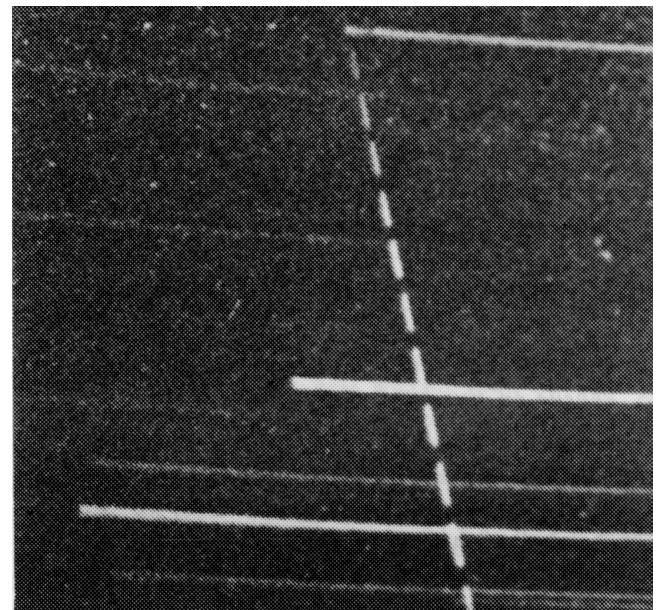
De opname van Oostkapelle kon met een nauwkeurigheid van 2' worden uitgemeten. Keer op keer vinden we bij Klaas' fish-eye opnamen zulke uitstekende standaarddeviaties dankzij een zorgvuldig gewaterpaste vaste opstelling.

Figure 3: *De vuurbol van 3 November 1988 19<sup>h</sup>08<sup>m</sup>43<sup>s</sup> UT, gefotografeerd vanuit Bussloo*

Tabel 1 toont de uiteindelijke met het FIRBAL programma berekende resultaten. Evenals de eerder gepubliceerde [1] zomermeteor van 18 seconden, hebben we ook hier met een uitermate traag objekt te doen. Ook nu weer konden snelheden en vertragingen langs het traject bepaald worden. Tabel 2 geeft de resultaten.

De baanelementen van deze meteor wijzen op een planeetoïde achtige oorsprong.

AUGUST 13, 1981		1 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup> 05 <sup>s</sup> UT		
	BUURSE	LOENEN	HARDERWIJK	DENEKAMP
h beg.	102.7 km	107.1 km	108.8 km	95.7 km
h end.	84.6 km	86.3 km	85.3 km	84.8 km
$\phi$ beg.	52°.278	52°.292	52°.297	52°.256
$\phi$ end.	52°.221	52°.226	52°.223	52°.221
$\lambda$ beg.	6°.790	6°.825	6°.838	6°.734
$\lambda$ end.	6°.645	6°.659	6°.651	6°.647
Length	21.7 km	24.9 km	28.2 km	13.1 km
RADIANT		OBSERVED	GEOCENTRIC	HELIOCENTRIC
(2000.0)				
$\alpha$	45°.12±0°.09	45°.38±0°.09	-	
$\delta$	57°.49±0°.04	57°.60±0°.04	-	
$\lambda$	-	-	77°.65±0°.33	
$\beta$	-	-	63°.64±0°.23	
$V_{\infty}$ (km/s)	60.67±0.41	59.51±0.42	41.37±.37	
ORBITAL ELEMENTS		(2000.0)		
a (AU)	22.5	$\omega$	156°.0±0°.5	
$a^{-1}$ (AU <sup>-1</sup> )	.045±0.03	$\Omega$	140°.471±0°.00	
e	0.957±0.034	i	113°.8±0°.3	
q (AU)	0.970±0.001	$\pi$	296°.53±0°.5	

Table 3: *Baan- en trajektgegevens van de viervoudige Perseïde van 13 Augustus 1981*Figure 4: *Opname vanuit Denekamp van de viervoudige Perseïde van 13 Augustus 1981, 1<sup>h</sup>10<sup>m</sup>05<sup>s</sup> UT.*Figure 5: *Dezelfde meteor, gefotografeerd vanuit Harderwijk. De helderste doorsneden ster is  $\beta$  Tri.*

### 13 Augustus 1981 1<sup>h</sup>10<sup>m</sup>05<sup>s</sup> UT

Een "gouwe ouwe", als trimultaanopname al eerder berekend in het "pre-FIRBAL" tijdperk [2]. De Perseïde werd vanuit vier plaatsen gefotografeerd: *Buurse, Harderwijk, Loenen en Denekamp*.

Alleen de opname van Harderwijk leverde bruikbare snelheden : Buurse en Denekamp gebruikten toen nog asynchrone

sektoren; Loenen geen. Tabel 3 geeft de resultaten die met het FIRBAL programma zijn berekend.

Ze verschillen nogal van de eerder gegeven resultaten, die berekend zijn met het in de zeventiger jaren veel gebruikte programma van J.Degewij [3].

AUGUSTUS 7, 1988		23 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> 22 <sup>s</sup> UT	
	BUSSLOO	DENEKAMP	
h beg.	95.0 km	98.0 km	
h end.	79.8 km	79.6 km	
$\phi$ beg.	51°.649	51°.635	
$\phi$ end.	51°.719	51°.720	
$\lambda$ beg.	6°.458	6°.492	
$\lambda$ end.	6°.277	6°.276	
Length	21.4 km	25.7 km	
RADIANT (2000.0)	Observed	Geocentric	Heliocentric
$\alpha$	355°.±5°	357°.0 ±5°	-
$\delta$	19°.3±0°1	19°.0 ±1°	-
$\lambda$	-	-	330°.0 ±6°
$\beta$	-	-	56°.5 ±2°
$V_\infty$ (km/s)	55.1±1.5	53.8±1.5	39.3±2.7
ORBITAL ELEMENTS	(2000.0)		
a (AU)	4.3	$\omega$	306°.6 ±5°.6
$a^{-1}$ (AU <sup>-1</sup> )	0.24 ±.24	$\Omega$	135°.8 ±0°.0
e	0.95 ±.05	i	116°. ±11°.
q (AU)	0.23 ±.03	$\pi$	82°.4 ±5°.6

Table 4: *Baan en trajektgegevens van een simultaan gefotografeerde  $\nu$ -Pegaside.*

**Een  $\nu$ -Pegaside.**

Een bijzondere simultaanopname werd verkregen op 7 Augustus 1988 tussen de posten *Bussloo* en *Denekamp*. Voor de eerste keer in de DMS geschiedenis werd een mogelijke  $\nu$ -Pegaside simultaan vastgelegd. Deze mini-zwerm, ontdekt door de Amerikaanse amateur Harold Povenmire in 1975 [4] is de laatste jaren onderwerp van verhitte discussies geweest : Bestaat de zwerm wel of bestaat ze niet. In 1982 werd door camera's van het Midden Europees netwerk een zeer helder lid van de zwerm simultaan gefotografeerd [5]; de uiteindelijk berekende resultaten van deze opname zijn echter mager. Zoals één zwaluw geen lente maakt, maakt één simultaanopname geen zwerm. Ook twee niet, maar langzaam wordt er wel wat meer materiaal verzameld van een zwerm, die voorlopig nog wel even controversieel zal blijven. Waarschijnlijk zijn in het verleden te veel visuele en fotografische meteoren (ongewild) als mogelijke  $\nu$  Pegasiden aangemerkt. Een van de bekendste missers op dit gebied is de schitterende kleurenopname van Pekka Parviainen uit 1981, ondermeer gepubliceerd in *Sky and Telescope* [6], die achterwaarts verlengd niet alleen langs  $\nu$  en  $\tau$  Pegasi loopt, maar ook door de radiant van de Zuidelijke  $\delta$ -Aquadriden [7]. Gezien de lengte van het spoor lijkt klassifikatie als  $\delta$ -Aquadride waarschijnlijker.

Met onze simultaanopname van 7 Augustus 1988 lijken we dan toch echt een  $\nu$ -Pegaside te pakken te hebben. Helaas treffen we het niet met de convergentiehoek en de kwaliteit van de beide opnamen, zodat de toleranties groot zijn. Het spoor vanuit Bussloo werd opgenomen met de all-sky. Hoewel ook de grote batterijen open stonden, werd de opname gemist vanwege het niet aansluiten van de (nieuwe)

hoge batterij en de (inmiddels afgevoerde) Lubitelbatterij. De all-sky opname toont vier lichtmoten. De meteor werd visueel op -2 geschat met een flakkerende staart. Omdat de all-sky niet zuiver gewaterpast stond, is de nauwkeurigheid slecht : Slechts 10'.

Ook in Denekamp zat het niet mee. Trillingen van de sektor hebben de opname bewogen zodat er een slingerspoor werd vastgelegd. Ook de sterren zijn hierdoor onscherp afgebeeld geworden. De uiteindelijke meetnauwkeurigheid aan de sterren bedraagt 0'.5 maar de standaarddeviaties langs het meteorspoor lopen op tot 2'. Tot overmaat van ramp bedraagt de convergentiehoek tussen de beide opnamen van Bussloo en Denekamp slechts 2 graden. . . .

Deze ongunstige convergentiehoek manifesteert zich voornamelijk in de rechte klimming van de radiant, daar de beide opnamen vrijwel evenwijdig aan de stersporen lopen. Omdat er geen derde component is, zijn de toleranties geschat. De snelheid is bepaald uit de opname van Denekamp; vergeleken met de aangenomen snelheid van de  $\nu$ -Pegasiden (ca. 51 km/s) [4] is de gevonden snelheid van ruim 55 km/s te groot. Oorzaken : Slingerspoor, geringe convergentiehoek en daardoor waarschijnlijk toch forse toleranties in de spoorlengte. Tabel 5 geeft de uiteindelijk berekende resultaten. We mogen wel met vrij grote zekerheid vaststellen, dat we een  $\nu$ -Pegaside simultaan hebben vastgelegd. Ongetwijfeld is daarmee de discussie niet afgesloten.

In onderstaande tabel zijn de baanelementen van de  $\nu$ -Pegasiden [4], van EN190882 [5] en van onze 1988 simultaanopname nog eens naast elkaar gezet. Vermeldenswaardig is tenslotte, dat de meteor door de groep te Loosdrecht als puntmeteor in Pegasus is waargenomen. Helaas is hij niet ingetekend, anders hadden we de radiantpositie ongetwijfeld kunnen verfijnen.

	Povenmire	EN190882	DMS 88004
a	9.62	$\infty$	4.3
e	.980	1.0	.95
q	0.200	0.198	0.23
$\omega$	139°.0	145°.3	135°.8
$\Omega$	308°.0	306°.9	306°.6
i	89°.0	84°.7	116°.2

Table 5: *Vergelijking van baanelementen van  $\nu$ -Pegasiden.*

**Een drievoudige Perseïde op 12 Augustus 1983  
23<sup>h</sup>04<sup>m</sup>58<sup>s</sup> UT**

Een trimultaanopname tussen de posten Bussloo, Hengelo en Denekamp. In Radiant werd de simultaanset Bussloo-Hengelo als eerder besproken aan de hand van de toen uitgemeten simultaanopname. Beide sporen hebben een convergentiehoek van 179°.8 en de berekeningen leidden dan ook niet tot resultaten. [8]

Foto 6 toont de opname vanuit Denekamp (Carl Johannink cs.) die onlangs ook is uitgemeten. Dit spoor maakt een convergentiehoek van ongeveer 45° met de andere sporen, zodat we nu wel een verwerkbaar set hebben.

Tabel 6 toont de uiteindelijk berekende gegevens.



AUGUSTUS 12, 1983		23 <sup>h</sup> 04 <sup>m</sup> 58 <sup>s</sup> UT	
	BUSSLOO	DENEKAMP	HENGELO
h beg.	107.9 km	106.4 km	111.2 km
h end.	87.5 km	88.7 km	87.9 km
$\phi$ beg.	53°.069	53°.058	53°.093
$\phi$ end.	52°.919	52°.927	52°.922
$\lambda$ beg.	7°.878	7°.861	7°.916
$\lambda$ end.	7°.644	7°.657	7°.649
RADIANT (2000.0)	OBSERVED	GEOCENTRIC	HELIOCENTRIC
$\alpha$	49°.75±0°.02	50°.50±0°.03	-
$\delta$	58°.94±0°.02	58°.89±0°.02	-
$\lambda$	-	-	87°.18±0°.93
$\beta$	-	-	63°.18±0°.49
$V_{\infty}$ (km/s)	60.0±1.0	58.8±1.0	41.3±0.9
ORBITAL ELEMENTS		(2000.0)	
a (AU)	20.1	$\omega$	148°.22±1°.56
$a^{-1}$ (AU <sup>-1</sup> )	0.050±0.084	$\Omega$	140°.86±0°.00
e	0.95 ±0.08	i	112°.16±0°.67
q (AU)	0.939±.004	$\pi$	289°.1±1°.56

Table 6: *Baan en trajectgegevens van een trimultane Perseïde op 12 Augustus 1983.*

Probleem bij deze opname is de snelheid. De sporen vanuit Hengelo en Bussloo liggen zó dicht bij de radiant, dat de snelheidsbepalingen voor Bussloo weer onnauwkeurig zijn. Hengelo gebruikte in het geheel geen sektor. De opname vanuit Bussloo is bovendien geteisterd door bewolking, waardoor niet alle sektoronderbrekingen even nauwkeurig geïdentificeerd konden worden. De uiteindelijk berekende snelheid is globaal berekend uit de opname Bussloo, daar ook de sektor van Denekamp blijkens de berekeningen niet synchroon was.

De toleranties in de baanelementen zijn dan ook voornamelijk op de toleranties in de snelheid terug te voeren.

#### Tot slot

De in dit artikel beschreven simultaanopnamen zijn slechts een willekeurig aantal willekeurig gekozen berekende opnamen. Het meet- en rekenwerk aan de simultaanopnamen van 1988 vordert inmiddels gestaag, zodat we in het volgende nummer van Radiant waarschijnlijk weer een flink aantal berekende opnamen kunnen presenteren. Daarnaast kan het bijwerken van de ‘achterstand’ van tijd tot tijd natuurlijk doorkruist worden door het verschijnen van een (meervoudig gefotografeerde) sporadische vuurbol, zoals die van 7 Februari jl. Dit soort materiaal zal steeds voorrang krijgen in de berekeningen en de publikaties.

Dankzij een plezierige regeling met de Stichting Geavanceerde Metaalkunde in Hengelo is het thans ook weer mogelijk, dat er metingen aan meteornegatieven gedaan worden in de meetkamer van de TU Twente. Het feit dat er nu weer op twee plaatsen meetfaciliteiten zijn betekent een aanzienlijke versnelling van het meet- en rekenwerk.

Wij willen eenieder oproepen, om tijdens de gunstig val-

lende akties in 1989 weer paraat te staan met camera's en visueel. Er zijn nooit genoeg simultaanopnamen om uit te werken! Dankzij de inzet en inspanningen van velen hebben we thans prima uitmeetmogelijkheden en programmatuur voor perfecte berekeningen. Laten we daarvan maximaal gebruik maken. •

## References

- [1] Betlem,H.; de Lignie,M.; Jenniskens,P.; Wiertz,M.: *Radiant 11(1989),5*
- [2] Betlem,H.: *Radiant 3(1981), 123*
- [3] Betlem,H.; de Kort,N.J.J.: *Report-1. NVWS Werkgroep Meteoren (1976)*
- [4] Povenmire,H.: *The Upsilon Pegasid Meteor Shower. In : Fireballs, Meteors and Meteorites. J.S.B.Enterprises, Florida USA(1980)*
- [5] Ceplecha,Z.: *SEAN Bulletin 7(1982) no.9 pg. 13*
- [6] Parviainen,P. *Sky & Telescope 62(1981)pg.625*
- [7] Jenniskens,P.: *DMS Visueel Handboek. DMS, Leiden 1988*
- [8] Betlem,H.: *Radiant 6(1984) pg.71*