

# Leoniden 1998 Visuele resultaten

## Verwerking visueel archief in turboversnelling

Hans Betlem<sup>1</sup> en Olga van Mil<sup>2</sup>

1. Lederkarper 4, 2318 NB Leiden

2. Walstraat 18 042, 6701 BE Wageningen

### Inleiding

De verslaglegging van een visuele actie komt niet zelden erg ver na de betreffende actie.

Het uitwerken van visuele waarnemingen is vaak geestdodend routinewerk: Het getalsmatig verzamelen van gegevens van honderden formulieren en kaarten, vaak in allerlei handschriften en ook niet altijd even duidelijk en overzichtelijk.

In het begin van de jaren negentig is door Peter Jenniskens een gegevens-database opgezet van de waarnemingen tot dan toe gedaan. Deze database diende als basis voor "Meteor Stream Activity I" [1] is was tot 1991 redelijk compleet bijgewerkt.

De ASCII bestanden zijn de afgelopen jaren geconverteerd tot Excel Spreadsheets en aangevuld met recente waarnemingen. Alleen van 1994 en 1995 is er nog een (flinke) invoer en

verwerkingsachterstand die we op afzienbare termijn hopen weg te werken. Daarmee hebben we dan het archief op orde, maar daarmee zijn natuurlijk niet alle waarnemingen uitgewerkt en gepubliceerd.

Ook de verwerking tot ZHR's en magnitudendistributies is in het algemeen een tijdrovende klus. De waarnemers wordt steeds nadrukkelijk gevraagd om een eerste deel van de uitwerking zelf ter hand te nemen middels invulling van het Visuele Formulier deel 2. [2] Hierop zijn in verkorte vorm tellingen per zwerm weergegeven in handzame verwerkingsperiodes, zijn magnitudedistributies opge maakt en zijn essentiële gegevens als grensmagnituden, bewolkingsfactoren ed. vermeld.

Wanneer formulier 2 ingevuld aanwezig is, zijn de waarnemingen binnen enkele minuten in het archief in te voeren.

Visuele waarnemers die zelf bestanden in Excel op de computer in kunnen voeren zouden we willen verzoe ken om deze formulieren zelf over te willen brengen in digitale vorm zodat we hun waarnemingen alleen maar in het archief in hoeven te plakken. Een modelblad kan gedownload worden van de DMS ftp site.

### Van archief tot ZHR en $r$ -waarde

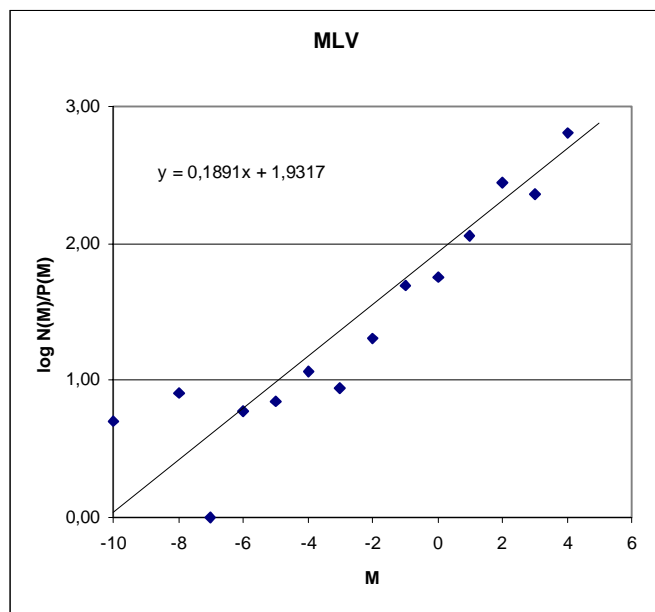
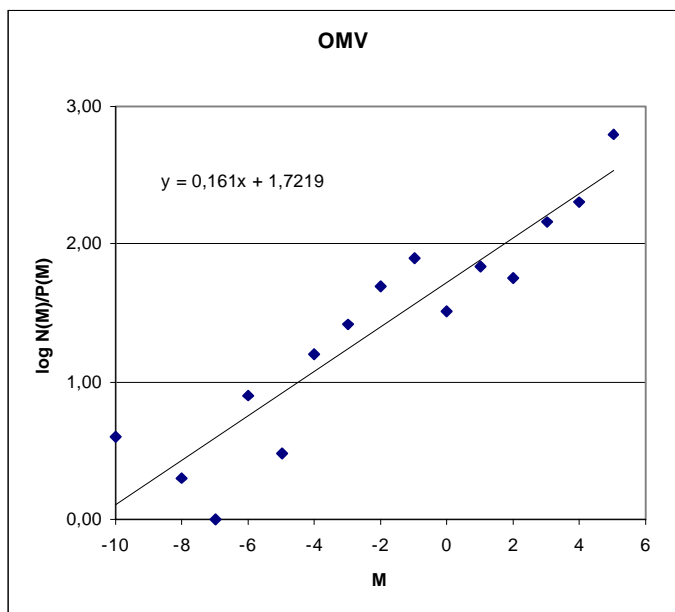
Evenals het archiveren is ook het berekenen van ZHR's en  $r$ -waarden een tijdrovende bezigheid. Veel waarnemingen worden de laatste tijd op uit-eenlopende lengte- en breedtegraden gedaan en met de toename van de aantallen waargenomen meteoren (uitbarstingen!) ligt een verwerking in kleinere intervallen voor de hand. Middelen, midden van waarnemings-tijden, effectieve waarnemingsduur bepalen, het is allemaal erg veel werk. Meest tijdrovend waren tot recent de radianthoogtebepalingen.

Mede naar aanleiding van een kleine 10000 te verwerken waarnemingen van de Leoniden 1998 actie werd een al oud plan uitgewerkt: het ontwikkelen van een spreadsheet, dat zoveel mogelijk gebruik maakt van de indeling van de gegevens uit het visueel archief.

Deze spreadsheet berekent uit archiefmateriaal radianthoogten en ZHR waarden gebruikmakend van een bescheiden database'je met radiantposities en radiantdriften alsmede  $r$ -waarden van verschillende zwermen die overigens ook handmatig ingevoerd kunnen worden. Ook de zonslengten worden automatisch berekend.

Name	Code	N nights	T <sub>eff.</sub>	N Leo	N Tau	N spo	N tot
Alex Scholten	ASE	9	47,53	860	146	404	1410
Olga van Mil	OMV	6	27,70	542	96	322	960
Koen Miskotte	KMH	6	22,85	1418	133	526	2077
Jos Nijland	JNB	6	21,88	1275	152	492	1919
Michelle van Rossum	MRV	5	20,91	932	94	330	1356
Marco Langbroek	MLV	6	18,57	1260	100	466	1826
Carl Johannink	CJD	6	16,35	683	44	251	978
Arnold Tukkers	ATL	5	15,66	852	39	351	1242
Marc de Lignie	MLM	4	15,13	584	37	224	845
Annemarie Zoete	AZL	4	13,75	413	34	99	546
Hans Betlem	HBE	1	2,37	4	9	13	26
<b>Total :</b>			<b>222,70</b>	<b>8823</b>	<b>884</b>	<b>3478</b>	<b>13185</b>

**Tabel 1 :** Overzicht visuele waarnemingen, aantallen nachten en aantallen meteoren van de visuele waarnemers Leoniden 1998, China.



Het is nu mogelijk om uit het archief een selectie aan waarnemingen te kopiëren bij voorbeeld alle Perseiden tussen 1994 en 1997 of alleen de Leoniden van 1998, waarna in enkele toetsaanslagen ZHR curves (ZHR tegen zonslengte uitgezet) gegenereerd kunnen worden.

Natuurlijk zijn verdere verfijningen en uitbreidingen mogelijk en die zullen beslist ook op enige termijn gerealiseerd worden, echter, primair doel was het op korte termijn beschikbaar hebben van de visuele resultaten van de Leonidenactie 1998. Visuele resultaten van eerdere acties zullen dan ook in Radiant gaan verschijnen. Zodra het archief geheel bijgewerkt is, zullen de basisgegevens voor verdere verwerking door liefhebbers via onze web-site beschikbaar worden gesteld. Er is ook een begin gemaakt met het (zeer tijdrovende) inscannen van alle kaarten en formulieren (meer dan 30 ordners) die naar verwachting samen met een effectief zoekstelsel op twee CD's ondergebracht kunnen worden.

### Leoniden 1998

Het overgrote deel van het visuele Leonidenmateriaal 1998 is afkomstig van de China expeditie. Daarnaast zijn er Leonidenwaarnemingen van Michiel van Vliet uit Thailand, van Erwin van Ballegoij vanaf Aruba en van een aantal Nederlandse waarnemers.

Tabel 1 geeft het overzicht van waarnemers, aantallen meteorieten en T effectief.

Ongeveer de helft van het waarnemingsmateriaal is afkomstig uit de roemruchte "Vuurbollennacht", de nacht 16/17 november 1998.

Bij de verwerking van dit materiaal deed zich de complicatie van de afwijkende magnitudendistributie voor. Zo'n beetje de helft van alle meteorieten was rond magnitude 0 of helderder en er waren zeer veel vuurbollen. Dat heeft complicaties voor de ZHR berekeningen omdat de  $r$ -waarden hierin gebruikt worden. Deze dienden dus eerst vastgesteld te worden.

Omdat ook alle magnitudendistributies van de Leoniden in digitale vorm aanwezig zijn, konden deze  $r$ -waarden snel opgemaakt worden. Hiertoe werden de  $\log N(M)/P(M)$  tegen  $M$  grafiekjes per waarnemers opgemaakt. De helling geeft  $r$  [3].

Figuur 1 geeft enkele representatieve voorbeelden van een aantal waarnemers. Uit het verloop van de curves kan worden opgemaakt, dat ondanks de hectiek van de vuurbollen, er in het algemeen goed is waargenomen. Tabel 2 geeft de berekende  $r$ -waarden voor een aantal waarnemers van de China expeditie voor verschillende nachten.

Bij de ZHR berekeningen zijn de individueel berekende  $r$ -waarden per waarnemer gehanteerd, hoewel het nauwelijks wat uitmaakt wanneer we

de gemiddelde  $r$  voor alle waarnemers zouden hanteren.

### ZHR berekeningen

#### 1. De nacht 17/18 november.

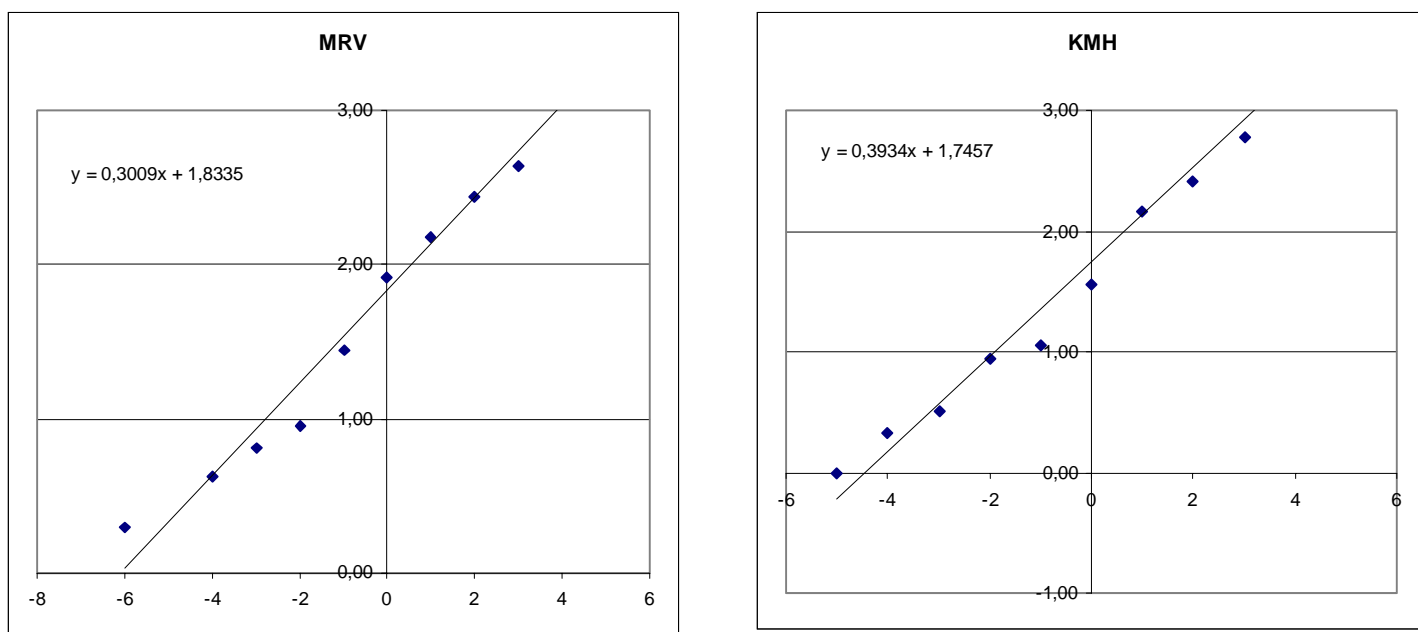
Er is nogal wat verschil tussen de ene en de andere waarnemer. Verschillen in perceptie (het vermogen om zwakke meteorieten te zien), vermoeidheid, concentratie enz. Deze verschillen worden tot uitdrukking gebracht in de perceptiecoëfficiënt  $C_p$ .

Natuurlijk is deze  $C_p$  waarde deels persoonsgebonden. Er zijn waarnemers die structureel meer meteorieten zien bij dezelfde grensmagnitude dan anderen. Maar ook hangt de  $C_p$  voor een belangrijk deel af van de conditie van de waarnemer en de situatie ter plekke (afleiding).

Er is onder meer via internet nogal wat discussie gaande geweest over mogelijke sub pieken in de nacht van 17/18 november, de nacht van de knooppassage. Het eerst is natuurlijk naar deze nacht gekeken.

In totaal zijn 3018 Leoniden waarnemingen van 10 waarnemers beschikbaar tussen zonslengten  $235^{\circ}.1$  en  $235^{\circ}.4$ .

Sommige waarnemers hadden hun waarnemingen in groepen van een kwartier gerubriceerd; een enkeling een half uur. Alle individuele ZHR's zijn berekend en per waarnemer uitgezet in logaritmische curves (figuur 2). De grafieken geven de perioden



**Figuur 1a en b** (vorige bladzijde) :  $\log n(m)/P(m)$  tegen  $m$  plotjes voor resp. Olga van Mil (OMV) en Marco Langbroek (MLV) voor de nacht van 16/17 november 1998. **Figuur 1c en 1d** (hierboven) dezelfde grafiekjes voor resp. Koen Miskotte (KMH) en Michelle van Rossum (MRV) voor de nacht 17/18 november 1998. De  $r$ -waarde is de inverse logarithme van de helling van de grafiek.

Code	16/17 nov		17/18 nov.		Cp
	N	r	N	r	
ASE	413	1,42			1,1
OMV	250	1,45			1,2
MRV	482	1,52	411	2,00	1,0
AZL	317	1,44			1,4
CJD	436	1,50			0,8
MLV	388	1,55	555	2,48	0,7
MLM	321	1,38			1,4
KMH	672	1,55	561	2,47	0,8
JNB	783	1,63			0,4
ATD	604	1,53			1,5
mean		1,50		2,32	
		0,07		0,22	

**Tabel 2** : Individuele  $r$ -waarden en  $C_p$  waarden voor de nachten 16/17 en 17/18 november voor verschillende waarnemers.

235°.12 tot 235°.40 voor de waarnemingen te Xing Long en 235°.16 tot 235°.44 voor de waarnemingen te Delingha. Een periode van 0°.04 komt ongeveer overeen met één uur.

De waarnemingen laten vrijwel allemaal een licht dalende tendens zien. Prominente substructuren zijn niet zichtbaar. Ook is duidelijk zichtbaar welke waarnemers “hoge” en welke “lage” aantallen zien. Het zien van “hoge” aantallen kan te maken hebben

met een hoge perceptie maar ook met het onderschatten van de grensmagnitude. Het resultaat is in beide gevallen gelijk: te hoge ZHR's.

Het bepalen van goede  $C_p$  waarden uit de waarnemingen is altijd een precaire kwestie. Persoonlijke coëfficiënten raken niet zelden persoonlijke gevoeligheden en het strekt natuurlijk tot eer om als standaardwaarnemer te fungeren.

Het is verleidelijk om steeds een als “goed” bekend staand waarnemer als standaard te gebruiken, maar dat bergt ook risico's in zich. Heeft zo'n waarnemer zijn dag/nacht niet gehad, worden alle waarnemingen aan een minder goede reeks gerelateerd.

Uitgangspunt in de verwerking is geweest het gemiddelde van alle waarnemers met andere woorden de gemiddelde  $C_p$  is op 1.0 gezet.

Vervolgens zijn de individuele curves van figuur 2 samengebracht in één grafiek waarbij alle waarnemingen bij een radiantstand lager dan 30 graden (zonslengte 235°.2) zijn afgekap.

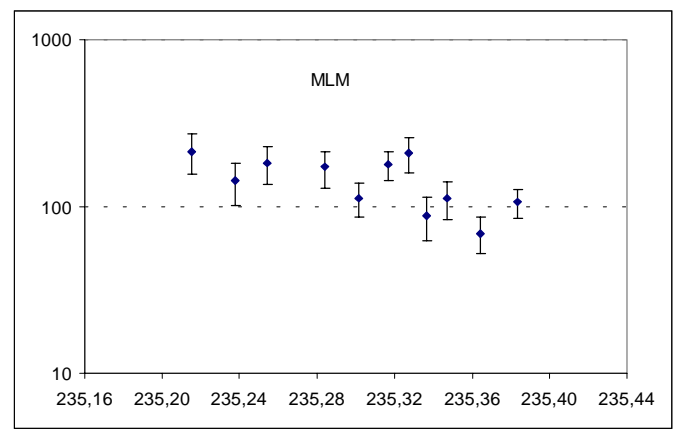
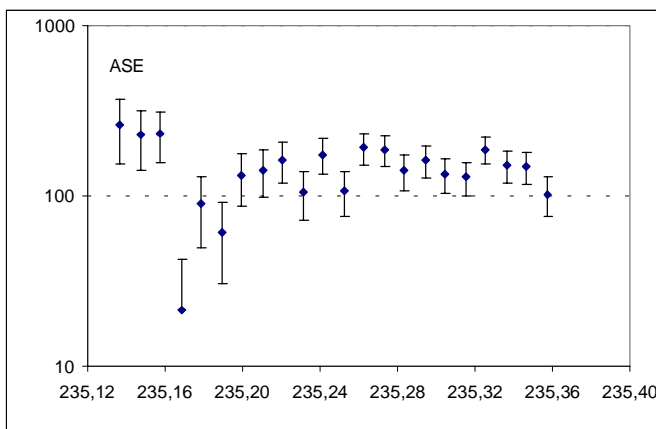
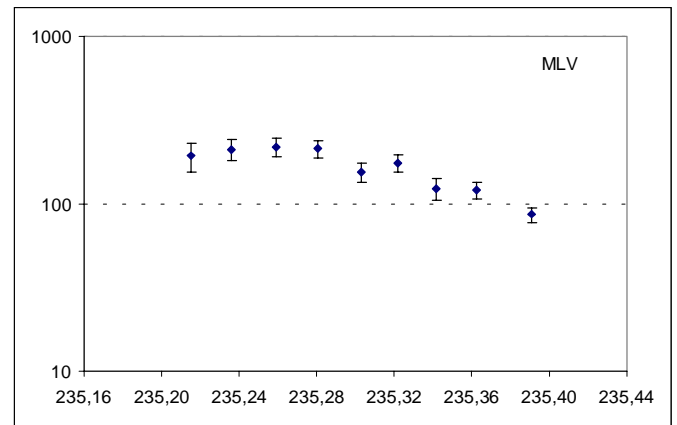
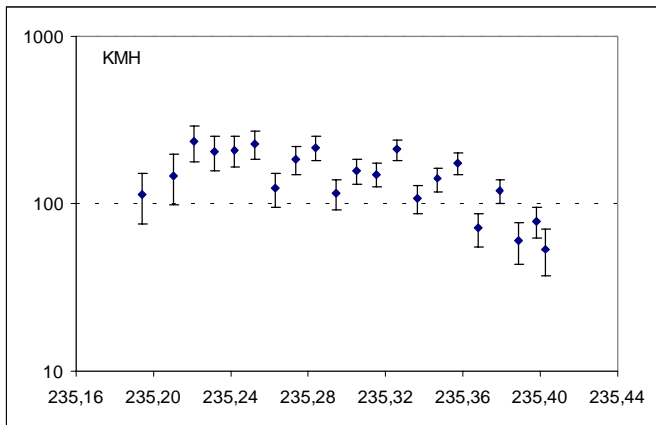
In het spreadsheet zijn vervolgens  $C_p$ -waarden tussen 0,4 en 2,0 onder schuifbalken aangebracht en gerelateerd aan de ZHR formules en derhalve direct gekoppeld aan de grafische

weergave. De grafieken kunnen zo eenvoudig ten opzichte van elkaar worden verschoven cq. In elkaar geschoven. Er is per waarnemer onder de randvoorwaarde dat de gemiddelde  $C_p$  voor alle waarnemers 1,0 moest blijven, net zo lang geschoven, tot de curves zo goed mogelijk in elkaar pasten. Om de meetpunten per waarnemer zo goed mogelijk onderscheiden te houden, zijn ze verbonden door vloeiende lijnen. Fysisch is dat uiteraard onverantwoord maar het vergemakkelijkt wel de bewerking.

Het resultaat is in figuur 3 te zien. Deze figuur geeft de beste fit voor 10 waarnemers voor de nacht 17/18 en leidt tot de perceptiefactoren  $C_p$  die eveneens in tabel 2 zijn weergegeven. Nu alle individuele  $r$ - en  $C_p$  waarden vastgesteld zijn, is het moment daar om alle waarnemingen te gaan samenvoegen in groepjes van een kwartier (nanacht) en van een uur (lage radiantstand).

Figuur 4 geeft het resultaat van deze samenvoeging, weergegeven op een lineaire schaal.

Het optreden van een piek in de ZHR bij 235°.32 kan aanleiding zijn tot een leuke discussie tussen de rekkelijken en de preciezen. Mogelijk zien we



hier een oprisping van de storm component zoals die ook in 1996 is waargenomen [4,5]. Maar evengoed is het mogelijk dat we hier te maken hebben met een statistisch fenomeen dat zich manifesteert bij de gratie van twee punten rond zonslengte  $235^{\circ}.30$  die wat lager liggen. Het aantal waargenomen meteoren is eigenlijk nog te klein om dit soort fijnstructuren nog goed te kunnen verantwoorden. Bij vergroting van de tijdsintervallen waarover gesampled wordt, vallen deze structuren volledig weg (twee “te hoge” tegen twee “te lage” punten) terwijl bij verkleining van de intervallen de aantallen meteoren dusdanig klein worden, dat een dergelijk piekje geheel in de foutenbalken ten onder gaat. Een eerdere discussie over een soortgelijk fenomeen in video waarnemingen via internet zou vele pagina's Radiant kunnen vullen en vond zijn vervolg op de voorbije DMS voorjaarsbijeenkomst te Hillegom. [6]

**Figuur 2a t/m 2d (boven) :** Logarithmisch uitgezette ZHR's voor vier afzonderlijke waarnemers : Koen Miskotte (KMH), Marco Langbroek (MLV), Alex Scholten (ASE) en Marc de Lignie (MLM). Alle curven tonen een zeer geleidelijke afname van de ZHR.

### ZHR berekeningen.

#### 2. De nacht 16/17 november.

Gemakshalve is uitgegaan van de bepaalde  $C_p$  waarden uit de nacht 17/18 november.

Alle waarnemingen van de nacht 16/17 zijn gecorrigeerd met deze  $C_p$  waarden en de individuele waarden voor  $r$  voor deze nacht (gemiddeld rond de 1.55!) zijn op *alle* individuele waarnemingen toegepast.

Van deze nacht zijn 4782 Leonidenwaarnemingen beschikbaar in het zonslengteinterval  $234^{\circ}.13$  tot  $234^{\circ}.40$  graden van in totaal tien waarnemers. Figuur 5 geeft de ZHR curve voor deze nacht gebaseerd op dit materiaal. Hoewel er met een knipoogje een gestaag stijgende trendlijn in is gezet, lijken twee perioden van hogere acti-

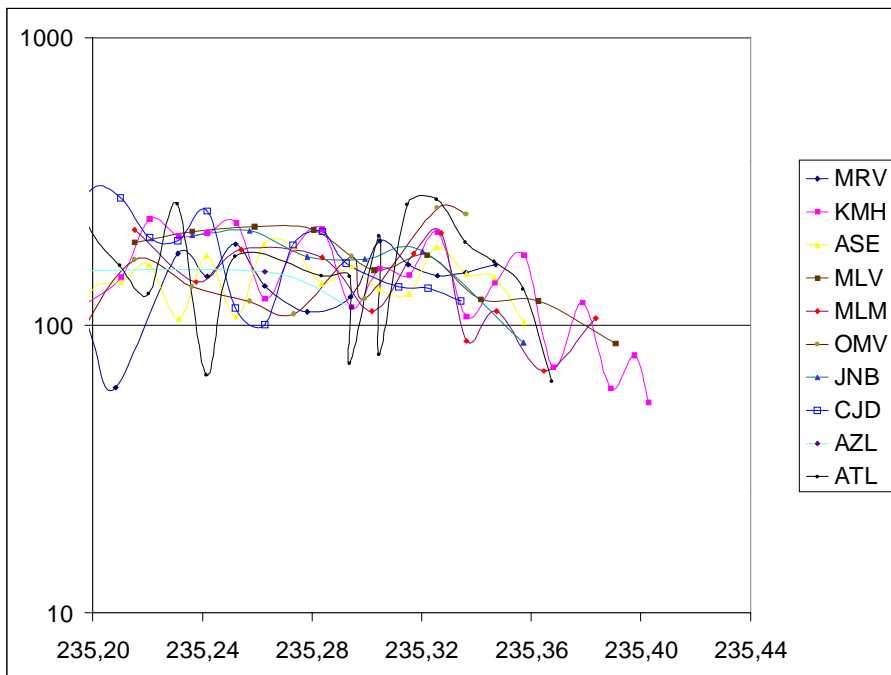
viteit herkenbaar of beter, lijkt een periode van achterblijvende activiteit rond zonslengte  $234^{\circ}.32$  significant.

Het verloop van de stijgende kant van het “vuurbollenplateau” wordt in figuur 6 logarithmisch weergegeven. Ook hierin is het enigszins “slingerende” opgaande profiel herkenbaar.

### ZHR berekeningen

#### 3. De gehele periode.

Er zijn in China waarnemingen gedaan van 13 tot 19 november. De waarnemingen uit de dagen voor het Leonidenmaximum en van de nacht na het maximum zijn weergegeven in figuur 7, die het ZHR verloop gedurende de gehele actie weergeeft.



**Figuur 3 :** ZHR curves van alle individuele waarnemers gecombineerd en in elkaar geschoven teneinde de perceptiecoëfficiënten te bepalen.

Duidelijk is te zien, dat de ZHR tot zonslengte 234° onder de 20 blijft, om welke reden fotografische waarnemingen dan ook nog niet veel zin hebben. Tijdens de nacht 18/19 november is de ZHR al weer tot zo'n 50 teruggezakt, beslist nog een mooi kijkspel. Door (over)vermoeidheid hebben nog maar weinig mensen deze nacht optimaal waar kunnen nemen.

**Fluxberekeningen**

Satellieteigenaren zijn minder geïnteresseerd in ZHR-waarden dan in fluxberekeningen. De ZHR geeft het aantal meteoren dat één enkele waarnemer onder bepaalde standaardcondities kan zien. De ZHR is een maat voor de flux. Dit is het werkelijke aantal deeltjes dat het aardoppervlak

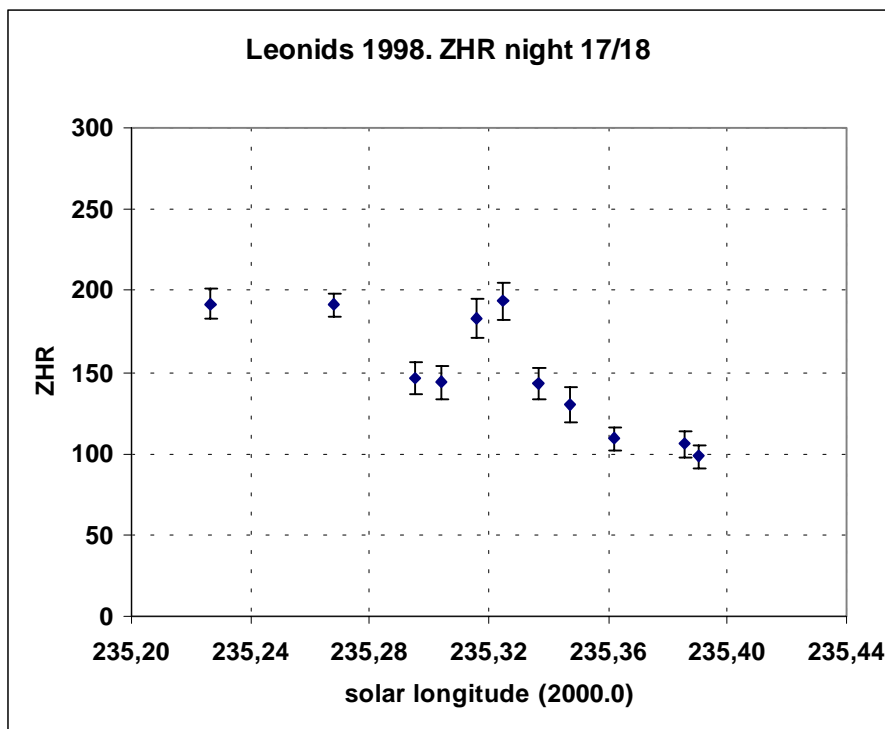
per uur treft. Daarbij maakt het voor een satelliet weinig uit, of die getroffen wordt door een veroorzaker van een -6 bolide dan wel door een pre-plus drietje. In beide gevallen is het eind oefening.

De ZHR wordt bepaald uit ruwe tellingen. Daarbij maakt het in principe weinig uit hoe helder de meteoren zijn. Tien -4'en geven in principe dezelfde ZHR als tien +4'en. Toch schuilt achter beide getallen een wereld van verschil. Omdat de kans om een +4 waar te nemen veel kleiner is, schuilen achter de tien +4'en een veel groter aantal gemiste meteoren en derhalve (na correctie) een veel grotere flux. Na omrekening tot fluxgetallen zullen we dan ook zien, dat de activiteit van de Leonidenzwerm in de nacht 17/18 november ongeveer een factor vijf (!) hoger lag dan de nacht ervoor, ondanks de geweldige impressie die deze nacht heeft gemaakt op waarnemers en het grote publiek.

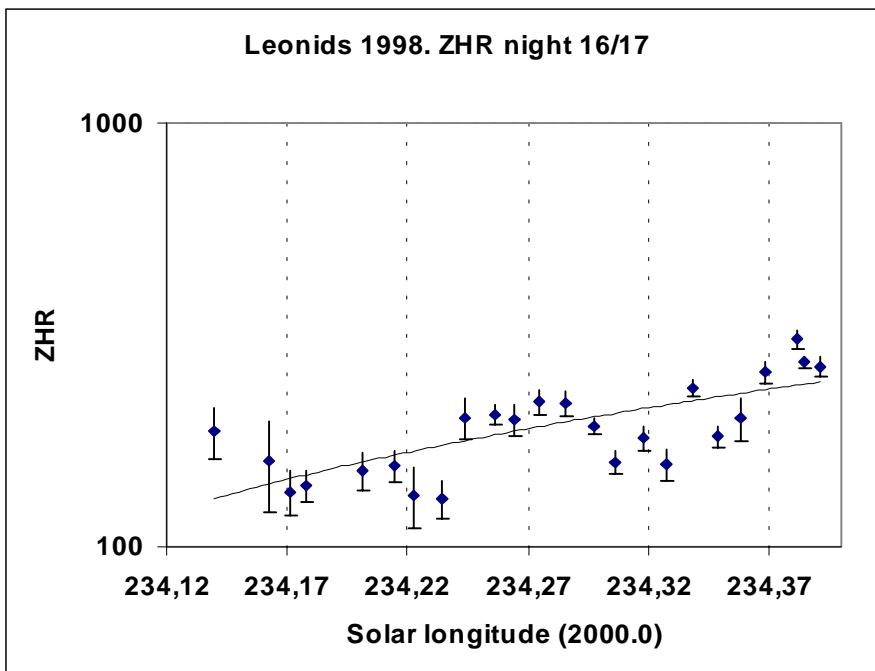
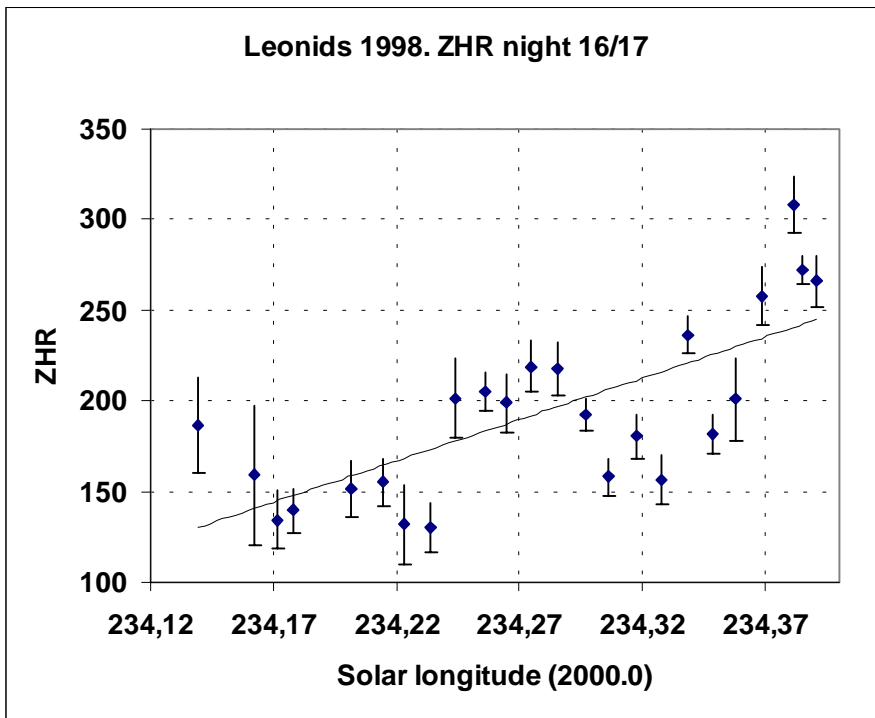
De theorie achter de fluxberekeningen is beschreven in het Visueel Handboek [7].

Voor de nacht 16/17 November is gebruik gemaakt van de bepaalde gemiddelde  $r$  van 1,5 terwijl voor de nacht erna een  $r$  van 2,32 gehanteerd is.

De waarde  $n(0)$  is het aantal meteoren van magnitude 0 dat per uur in het gezichtsveld van één waarnemer verschijnt. Tabel 3 geeft voor de intervallen waarvoor de ZHR is berekend de waarden van  $n(0)$  alsmede de berekende waargenomen fluxen in het door één waarnemer in de gaten gehouden gebied:  $n(m)$  observed alsmede de flux berekent op het hele aardoppervlak. Hier schuilt een onzeker-



**Figuur 4 :** ZHR curve bepaald aan de hand van alle waarnemingen voor de nacht 17/18 november 1998.



**Figuur 5 (boven) :** ZHR curve voor de nacht 16/17 november 1998, gebaseerd op alle waarnemingen. De activiteit loopt gestaag op; er zijn lichte slingeringen zichtbaar.

**Figuur 6 (onder) :** Dezelfde periode uitgezet op een logarithmische schaal.

heid in, omdat uitgegaan wordt van een “standaard” waarnemingsmetho-

de. Tijdens met name de vuurbollen-nacht is er veel meer “gegraasd”. Het “standaard” gebied is ruwweg een gebied rond het zenit met een diameter van ongeveer 60 graden. Er is gerekend met de zwermkarakteristieken van de Orioniden, omdat die in het Visueel Handboek gegeven zijn en qua snelheid en oplichthoogte met meest verwant zijn met de Leoniden. Overigens heeft deze aanname alleen gevolgen voor de uiteindelijke waar-

den van de totale fluxen, omdat die berekend worden door te vermenigvuldigen met een factor  $S_A/S_E$ : de verhouding van het waargenomen stuk atmosfeer tot de getroffen atmosfeer (= de halve aardatmosfeer:  $1,33 \times 10^{14}$  km<sup>2</sup>. [7].)

Een eventuele onzekerheid in  $S_A$  zal zich manifesteren in een verschuiving van de fluxcurven en geen invloed hebben op de vorm.

Figuur 8a toont de fluxcurven voor de nachten 16/17 en 17/18 november 1998. De Leonidenactiviteit begon de nacht 17/18 bijna een factor vijf hoger als waar hij de nacht ervoor eindigde. Hier manifesteert zich de hogere  $r$ , die de gemiddeld zwakkere meteoren van de tweede nacht meer opwaardeert.

Duidelijk is te zien hoe de flux in de loop van de nacht 16/17 november geleidelijk toeneemt en in de loop van de nacht 17/18 met ruim een factor twee daalt.

De figuren 8b en 8c tonen deze flux-diagrammen per nacht uitgesplitst. Voor de duidelijkheid zijn de punten door vloeiende lijnen verbonden.

Fijnstructuur is in de eerste nacht nauwelijks herkenbaar, de tweede nacht toont de eerder genoemde piek bij zonslengte  $235^\circ.32$  nu iets prominenter maar met dezelfde statistische relevantie als de piek in de ZHR curve.

### Tot slot

De waarnemers zich de moeite hebben genomen om de formulieren deel 2 volledig in te vullen hebben de verwerking van de waarnemingen zeer bespoedigd.

We hopen dat de snelle presentatie van de resultaten van deze expeditie voor velen een stimulans zal zijn het visuele werk weer eens op te pakken.

De nu beschikbare rekenbladen maken een snelle verwerking van ondermeer de Perseïden 1997 en Geminiden 1996 mogelijk en deze waarnemingen kunnen dan ook op enige termijn tegemoet worden gezien.

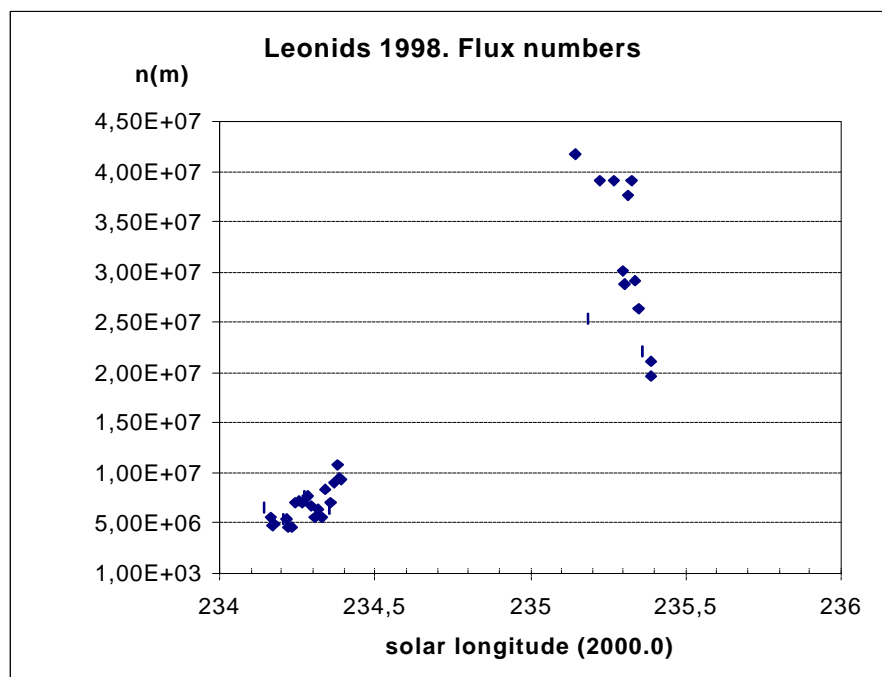
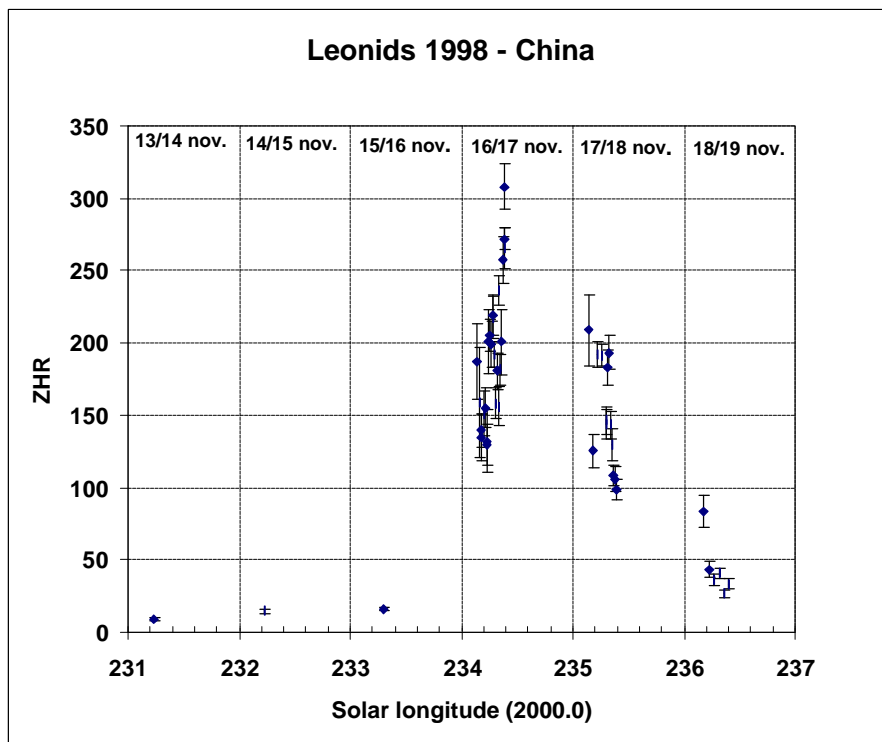
Bij het afsluiten van dit artikel is een woord van dank aan Peter Jenniskens op zijn plaats voor het kritisch doorlezen en waardevolle opmerkingen.

**Figuur 7 (boven) :** ZHR curve Leoniden voor de periode 13 tot 19 november 1998, gebaseerd op ruim 10.000 waarnemingen, DMS China.

**Figuur 8a(onder) :** Berekende fluxgetallen voor de Leoniden 1998 voor de nachten 16/17 en 17/18 november 1998, gebaseerd op waarnemingen van DMS, China.

### Referenties

- 1] Jenniskens, P.: Meteor Stream Activity I. Astron. Astrophys **287**(1994) pp. 990-1013
- 2] Docters van Leeuwen, G.: Radiant **18**(1996) p. 56
- 3] Jenniskens, P.: DMS Visueel Handboek. Leiden, 1988. Pg. 47-51
- 4] Langbroek, M.: Radiant **19**(1997) p. 19-21
- 5] Langbroek, M.: Leonid outburst activity 1996. Meteoritics and Plan. Sci. **34** (1999) pp. 137-145
- 6] Betlem, H.: Radiant **21** (1999) p. 78.
- 7] Jenniskens, P.: DMS Visueel Handboek. Leiden, 1988. Pg. 63-68
- 8] Kresakova, M.: Contr. Astron. Inst. Skalnaté Pleso III (1966) pp. 75



De 1998 Sino-Dutch Leonid expedition is mogelijk gemaakt door de inzet van velen. Niet alleen de visuele en fotografische waarnemers te velde, maar ook door instellingen en bedrijven die de expeditie financieel ondersteunden. Financiële bijdragen werden ontvangen van de Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen (KNAW), NASA Ames (Moffet field, CA, USA), het Leidse Kerkhoven Bosschafonds (KBF) en de Stichting Physica. De expeditiestickers op apparatuur en vrachtkisten werden beschikbaar gesteld door onze luchtvrachtexpediteur, de firma U-Freight uit Amsterdam.

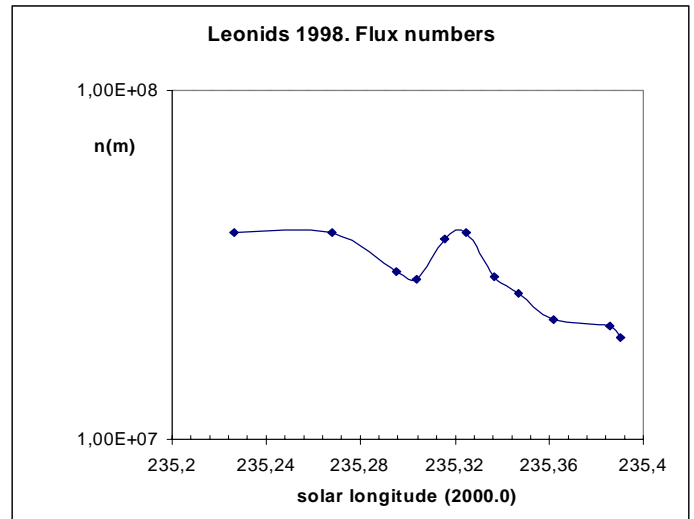
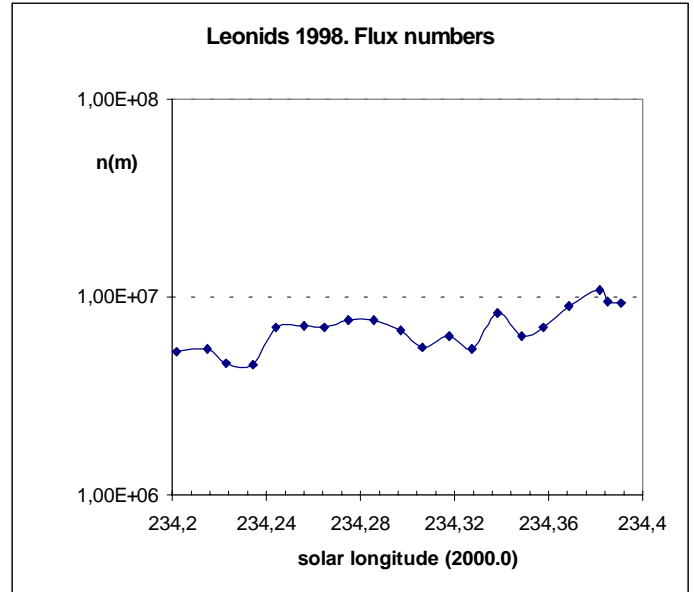
Kodak Nederland BV stelde het filmmateriaal beschikbaar. Canon Benelux leverde een aantal essentiële T-3 adapters voor het gebruik van onze T-70 batterijen.

De expeditie werd perfect verzorgd en begeleid door VNC travel.

En natuurlijk niet in de laatste plaats is een woord van dank verschuldigd aan onze Chinese Counterparts, de Chinese Academie van Wetenschappen (CAS) en met name dr. Li Guanyou en dr. Tan (CAS) and Zhu Jin (BAO)

sol.long (2000.0)	ZHR	[+/-]	N Leo	r	n(0)	n(m) Obs.	n(m) total
230,1287	19,1	9,5	4	2,32	3,98	1091	3,80E+06
231,2381	8,9	1,2	59	2,32	1,85	507	1,77E+06
232,2332	15,1	2,0	59	2,32	3,15	863	3,00E+06
233,2965	16,1	1,3	143	2,32	3,37	924	3,22E+06
234,1395	186,9	26,2	51	1,50	55,33	1889	6,58E+06
234,1624	158,9	38,5	17	1,50	47,03	1606	5,59E+06
234,1714	134,5	16,0	71	1,50	39,81	1359	4,73E+06
234,1780	139,4	11,9	137	1,50	41,26	1409	4,90E+06
234,2016	151,4	15,6	94	1,50	44,80	1529	5,32E+06
234,2148	155,3	13,3	137	1,50	45,95	1569	5,46E+06
234,2229	131,9	21,7	37	1,50	39,04	1333	4,64E+06
234,2341	129,8	13,7	90	1,50	38,41	1311	4,57E+06
234,2438	201,5	22,0	84	1,50	59,64	2036	7,09E+06
234,2561	205,0	10,9	351	1,50	60,67	2071	7,21E+06
234,2645	199,1	16,2	151	1,50	58,91	2011	7,00E+06
234,2747	219,1	14,1	241	1,50	64,85	2214	7,71E+06
234,2855	217,7	14,3	232	1,50	64,45	2200	7,66E+06
234,2971	192,1	8,7	486	1,50	56,87	1941	6,76E+06
234,3064	158,3	10,2	240	1,50	46,85	1599	5,57E+06
234,3177	180,6	12,3	217	1,50	53,44	1824	6,35E+06
234,3277	156,1	13,4	135	1,50	46,21	1577	5,49E+06
234,3385	236,6	10,3	531	1,50	70,03	2391	8,32E+06
234,3487	181,9	10,7	290	1,50	53,82	1837	6,40E+06
234,3580	200,9	22,8	78	1,50	59,47	2030	7,07E+06
234,3684	257,7	16,0	260	1,50	76,27	2604	9,07E+06
234,3815	308,0	15,4	400	1,50	91,15	3111	1,08E+07
234,3849	272,0	7,9	1200	1,50	80,50	2748	9,57E+06
234,3910	265,9	14,2	352	1,50	78,70	2687	9,35E+06
235,1457	209,2	24,8	71	2,32	43,70	11975	4,17E+07
235,1867	127,7	11,8	118	2,32	26,66	7308	2,54E+07
235,2264	195,9	9,4	431	2,32	40,91	11212	3,90E+07
235,2678	195,9	7,5	682	2,32	40,93	11217	3,91E+07
235,2950	151,2	10,0	227	2,32	31,59	8657	3,01E+07
235,3039	144,4	10,2	201	2,32	30,16	8266	2,88E+07
235,3157	188,4	12,6	225	2,32	39,36	10787	3,76E+07
235,3250	196,3	11,9	271	2,32	41,00	11236	3,91E+07
235,3367	146,4	10,1	212	2,32	30,59	8382	2,92E+07
235,3470	131,9	10,8	148	2,32	27,56	7552	2,63E+07
235,3621	110,9	7,3	233	2,32	23,18	6352	2,21E+07
235,3855	106,0	8,2	167	2,32	22,14	6068	2,11E+07
235,3904	98,3	7,0	199	2,32	20,52	5625	1,96E+07
236,1803	82,9	11,2	55	2,32	17,32	4747	1,65E+07
236,2283	43,8	5,2	72	2,32	9,15	2508	8,73E+06
236,2718	36,0	3,7	95	2,32	7,52	2061	7,18E+06
236,3160	40,6	3,4	144	2,32	8,48	2325	8,10E+06
236,3547	27,1	2,4	128	2,32	5,66	1550	5,40E+06
236,3990	33,8	3,3	102	2,32	7,06	1935	6,74E+06

**Tabel 3 :** Berekende gemiddelde waarden voor ZHR's en fluxen, gerangschikt per zonslengte. Alleen voor de nacht 16/17 november is  $r=1,50$  toegepast, voor de andere nachten is gebruik gemaakt van  $r=2,32$ . Voor de betekenis van de kolommen die de tekst.



**Figuur 8b (boven) en 8c (onder):**

Fluxcurven voor de nachten 16/17 november 1998 (boven) en 17 op 18 november 1998 (onder) volgens tabel 3 (links).

Tijdens de nacht 16/17 november neemt de flux geleidelijk toe met een wat grillig patroon zondat dat daar direct pieken of dalen in herkenbaar zijn.

De nacht van 17/18 november toont een duidelijke daling met mogelijk een lichte verhoging rond zonslengte 235.2. Geen enkele verdere fijnstructuur is aantoonbaar. De resultaten zijn in perfecte overeenstemming met die van de MAC Airborne Mission [9]