

# MAGNITUDEBEREKENINGEN TOEGEPAST OP DE BOÖTIDEN 1989

Paul van der Veen \*

## ENGLISH SUMMARY

In 1989 maximum activity of the Quadrantids was expected to occur at 14<sup>h</sup> UT on January 3rd ( $\lambda_{\odot}$  282°.64) [7]. During the night before eight Dutch observers observed 390 Quadrantids and 310 sporadics. ZHR values for the Quadrantids were increasing. During the night after the shower maximum two German observers observed 135 Quadrantids and 128 sporadics with a decreasing Quadrantid ZHR. The observed mean magnitudes were : January 2/3 :  $\overline{M_{Quad}}=3.30\pm 0.06$  ;  $\overline{M_{spor}}=3.30\pm 0.06$ . January 3/4 :  $\overline{M_{Quad}}=2.43\pm 0.14$  ;  $\overline{M_{spor}}=3.37\pm 0.11$ . In this article ZHR and HR values are discussed as they seem to depend on observers or observing techniques. The ratio of ZHR and HR is less dependent on observers and techniques and may be a better indication of shower activity. As this method yield inaccurate results in case of small numbers it is important to see as many meteors as possible. An observing method is described [1]. In this article special attention is paid to the data of 298 identically gathered meteors. 43 Of them were seen by five observers of one group. By comparing five magnitude estimates of every meteor, some information about systematic errors and limiting magnitudes is obtained.

## Inleiding

Iedereen weet, dat de aarde begin januari een zeer rijke zwerm treft. Maar helaas laat het weer in deze maand in het algemeen geen langdurige perioden met opklaringen zien. Veel van het materiaal dat we van de Boötiden hebben verzameld, is zodoende afkomstig van waarnemingen, die gedaan zijn in een toevallige kortstondige opklaring in Nederland, of is buitenlands materiaal. Mede omdat de meteoren van de zwerm slechts gedurende enkele dagen zichtbaar zijn, en de periode van hoge activiteit slechts enkele uren duurt, hebben in Nederland weinig waarnemers de Boötiden daadwerkelijk gezien. Omdat tot overmaat van ramp de maan in de winter zeer vaak langdurig hoog aan de hemel staat, hebben de meeste waarnemers niet zulke goede herinneringen aan de zwerm. Ook de waarnemers van *Contra Lunam*, die het toch vele malen probeerden, hebben het even zo vaak tegen al deze niet te beïnvloeden omstandigheden moeten afleggen. Slechts in 1986 in de avond van 3 januari en in 1987 aan het eind van de nacht van 2 op 3 januari, beide keren ruim vóór het berekende maximum, hadden we er een paar gezien. Vol goede hoop hadden we in 1987 een grotere aktie opgezet voor de maximumnacht. In Buurse aangekomen zagen we de hemel snel dichttrekken. Later in de nacht zagen we in een zeer heldere opklaring, die slechts enkele minuten duurde vele tientallen meteoren. Juist deze waarneming die zeer veel indruk op ons had gemaakt, deed ons voornemen de Boötiden hoog op ons verlanglijstje te zetten.

Dit jaar, 1989, was het weer zover. Het KNMI had het weerbericht voor de nachten 2/3 en 3/4 uit het archief gehaald. "Temperatuur rond 8 graden, zwaar bewolkt, hier en daar een bui en mogelijk vorming van mist". Het zag er lange tijd naar uit, dat ze gelijk zouden krijgen. Maar de optimisten van *Contra Lunam* zagen op 2 Januari

omstreeks 19<sup>h</sup> UT een gaatje. Boven de mist verdwenen de dikste wolken en de mist zelf kwam in beweging. Nadat we enkele sterren hadden zien verschijnen, werd de telefoon ter hand genomen en werd iedereen gewaarschuwd, dat er binnen enkele uren aktie zou kunnen volgen. Nadat bij allen de twijfel over de weersontwikkelingen was omgezet in een redelijk vertrouwen, en het weer zich inderdaad gunstig bleef ontwikkelen, werd om 22<sup>h</sup> het sein "Aktie Nu" gegeven. Alle waarnemers van *Contra Lunam* gingen weer op weg naar Buurse. René-Jan Veldwijk vanuit Woerden, Mark Olie vanuit Loosdrecht, Casper ter Kuile vanuit de Bilt, Bob van Slooten en Janet vanuit Amersfoort; allen in één snelle lease-auto, en Erik Kelderman en Paul van der Veen vanuit Enschede op de fiets.

## De waarnemingen

Om 1<sup>h</sup> UT waren alle waarnemers in Buurse gearriveerd en een kwartier later waren enkele camera's in positie gebracht en werden de visuele waarnemingen gestart. Er werd weer volgens de bekende *Contra-Lunam* methode waargenomen: Öpikken. De zeven waarnemers lagen op een rijtje naast elkaar en ze hadden allen hun voeten richting Oost gelegd: De richting van de Boötiden-radiant. Allen lagen plat op de grond en hadden zo het zenit als centrum van het waarnemingsgebied. Omdat we verwachtten, dat het in het begin niet zo erg druk zou worden, werd er gestart met één cassette-recorder. Bij hoge activiteit zouden we ons splitsen in twee groepen met elk een eigen cassette-recorder. Van elke waargenomen meteor werd door één waarnemer de tijd doorgegeven en gaven allen eigen schattingen op van de helderheid, zenitsafstand en herkomst. Over andere kenmerken van de meteoren spraken we de mening van de groep als geheel in. Dit betrof snelheden, duur, kleur, nalichtende sporen enz. Bij heldere meteoren gaven we ook de posities op.

\*Meteorenstraat 4, 7521 XR Enschede, Nederland.

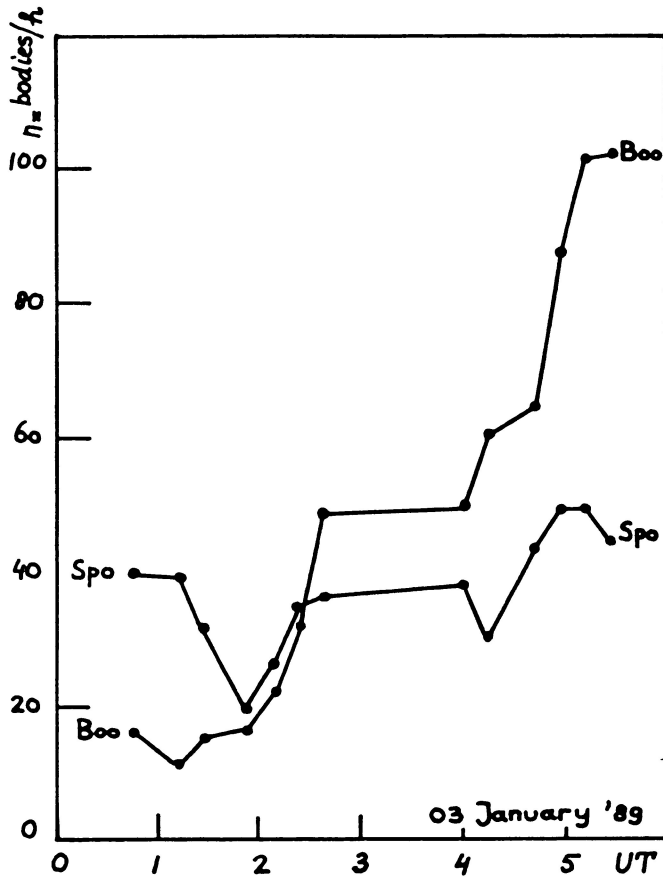


Figure 1: *the total number of meteor bodies in the morning hours of January 3rd. The 'Contra Lunam' team members all have the zenith in the center of vision (Öpik method). In spite of a descending limiting magnitude the number of Quadrantids is increasing fast. This is caused by the rising of the radiant and by the fact that the observations were made during increasing stream activity. The points were calculated for every quarter of an hour and averaged over five observers.*

Gelukkig kregen we geen last van mist of bewolking en hebben we tot aan de schemering goed kunnen waarnemen bij een grensmagnitude van rond de 6.0. Naarmate de nacht vorderde nam de activiteit van de Boötiden toe. In het begin stond de radiant nog maar  $30^\circ$  boven de horizon en zagen we maar enkele Boötiden. Doordat de radiant snel steeg, kwam vanaf  $2^{\text{h}}30^{\text{m}}$  UT de Boötiden-activiteit duidelijk boven de sporadische achtergrond uit (Zie fig.1). Een deel van de toename is toe te schrijven aan het feit, dat we steeds dichterbij het voorspelde maximum van 3 Januari  $14^{\text{h}}$  UT kwamen. In de 214 minuten effectieve waarnemingstijd namen we 298 verschillende meteoren waar. Van de waarnemers MOL, EKL, PVE, RVL en BSA spraken we 619 schattingen in over de 298 meteoren. Van Casper en Janet meldden we alleen, of een meteor wel of niet gezien was. Ondanks het feit, dat de maan enigszins begon te storen, zagen we het laatste volle uur 144 meteoren en spraken we zo'n 298 verschillende schattingen op één cassetterecorder in. Gemiddeld gezien had elke waarnemer 12 seconden de tijd om zijn verhaal over helderheid, zenitsafstand en herkomst en details kwijt te kunnen.

| $n_{\text{obs.}}$ | $N_{\text{meteors}}$ | $\bar{m}$ |
|-------------------|----------------------|-----------|
| 5                 | 43                   | 1.90      |
| 4                 | 25                   | 2.71      |
| 3                 | 20                   | 3.05      |
| 2                 | 34                   | 3.19      |
| 1                 | 176                  | 3.55      |
| Totaal            | 298                  | 3.17      |

Table 1: *Number of meteors seen by 1,2,3 4 or 5 observers.*

Dit lijkt ruim, maar meteoren verschijnen behoorlijk random. Wanneer er opeens tien in één minuut verschijnen, vroeg dit om de uiterste concentratie van de waarnemers. Er moest nauwkeurig bijgehouden worden of elke waarnemer die een meteor gemeld had, ook daadwerkelijk al zijn gegevens gespuut had. Bovendien moest het duidelijk blijven, welke waarnemer bij welke gegevens hoorde. Tijd voor chaos en gezelligheid bleef er nauwelijks over. Gedurende de gehele nacht werden slechts enkele zeer heldere meteoren gezien. Om  $1^{\text{h}}10^{\text{m}}45^{\text{s}}$  verscheen er in het oosten een zeer trage, witte, sporadische meteor van magnitude -2. Als een soort Jupiter bewoog het ding zeer langzaam langs de hemel. Na vier seconden viel het in zeven oranje gekleurde fragmenten uiteen. Om  $1^{\text{h}}34^{\text{m}}53^{\text{s}}$  (pauze) kwam een sporadische meteor vanuit de kop van de Draak door het zenit zetten. Magnitude -3.5 en een nalichtend spoor van 12 seconden. Voor de rest verschenen er opvallend veel medium tot snelle meteoren uit de Leeuw. Nadat we gestopt waren, zagen we in de schemering nog enkele zeer heldere Boötiden.

### Magnituden distributies

Wanneer we alle waargenomen Boötiden vergelijken met de sporadische meteoren, dan zien we nauwelijks verschillen wat betreft de aantallen per magnitude. Dit betekent, dat er eigenlijk 298 meteoren zijn gezien, die allemaal in één distributie passen. Dit grote aantal nodigt uit om eens wat extra magnitude berekeningen uit te voeren. Om te beginnen gaan we eens kijken, naar hoe de waarnemers de magnituden schatten. In tabel 1 zien we de aantallen meteoren en hoeveel waarnemers die meteoren gezien hebben. Hoewel we allen precies dezelfde kant opkeken, zijn er 176 meteoren gezien door slechts één waarnemer. De meeste hiervan kwamen op rekening van PVE of BSA, die, zoals later zal blijken, de hoogste persoonlijke grensmagnitude hadden. Er zijn 43 meteoren door alle vijf de waarnemers beoordeeld. Voor elk van die meteoren zijn er dus vijf magnitudeschattingen aanwezig. Elke waarnemer heeft zijn best gedaan om zo goed mogelijk tot een schatting te komen, maar hij doet ook wel eens een foute schatting. De fouten die gemaakt worden kunnen we verdelen in toevallige fouten en systematische fouten. Het is moeilijk om voor een meteor de werkelijke waarde van zijn magnitude op te geven. We vergelijken de helderheid van een meteor met de helderheid van sterren, waarvan we de magnitude kennen. We houden rekening met de hoogte van de meteor boven de horizon, door de helderheid van de meteor te vergelijken met sterren die net zo hoog boven de horizon staan. Een meteor die vlak langs Capella gaat en net zo helder is als Capella, zullen we altijd een magnitude van 0 geven, ook al zullen zowel deze

meteoor als Capella als ze beide in het zenit gezien worden een veel helderder indruk op ons maken, dan wanneer beiden vlak boven de horizon gezien zijn. Ook effecten die te maken hebben met de DCV (Distance from Central Vision) van een meteoor kunnen afwijkingen geven in de magnitude schatting.

Door ervan uit te gaan, dat de waarnemers van Contra Lunam voldoende ervaring hebben en dat ze bovengenoemde effecten meenemen in hun schattingen, kunnen we onder enig voorbehoud het volgende stellen: Zowel systematische als toevallige fouten middelen zich uit over de vijf waarnemers. Oftewel, het gemiddelde van de vijf magnitudeschattingen zal erg dicht liggen bij de werkelijke magnitude van de meteoor en zal in ieder geval dicht bij de werkelijke waarde liggen, dan de afzonderlijke schattingen. Daarom is voor elke meteoor de gemiddelde schatting berekend. Vervolgens zijn deze 43 gemiddelden in fig. 2 horizontaal uitgezet. Bij elke waarde is vertikaal de schatting van een individuele waarnemer uitgezet (In fig. 2 alleen voor de waarnemer MOL). Via de methode van de kleinste kwadraten kan het volgende verband bepaald worden [2]:

$$m_{obs} = \nu \times m_{\overline{5obs}} + \mu \quad (1)$$

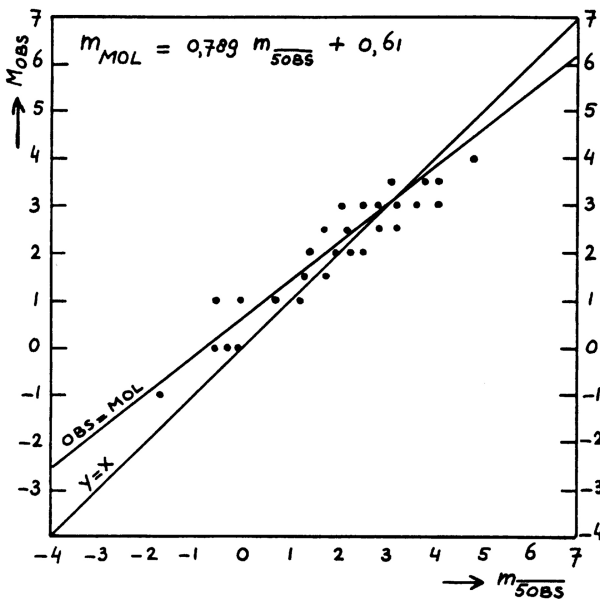


Figure 2: For 43 meteors, seen by all five members of the team, the estimation  $m_{obs}$  of one observer is compared with the mean value of five estimated meteor magnitudes  $m_{\overline{5obs}}$ . The systematic error in an estimation is dependent on the magnitude. The estimations of the observer can be described with equation (1)

Uit de plaatjes, waarvan fig. 2 er maar één is, blijkt, dat het verband voor alle vijf de waarnemers goed met het lineaire verband van vgl. (1) kan worden beschreven. In tabel 2 staan de gevonden waarden van  $\nu$  en  $\mu$ . R geeft de correlatie van het diagram weer. De correlaties zijn vrij hoog. Dit komt onder andere, doordat het gemiddelde over vijf waarnemers berekend is. Wanneer het gemiddelde over

minder waarnemers berekend zou zijn, dan zouden er in het gemiddelde zelf ook grotere fouten zitten. Bij twee waarnemers ligt het gemiddelde per definitie altijd precies tussen de twee schattingen in en worden de schattingen elkaars complement. Ook bij vijf waarnemers blijft dit zichtbaar. Omdat de waarde van  $\nu$  voor MOL ver onder de 1.000 ligt, liggen de waarden van  $\nu$  van de andere waarnemers automatisch boven de 1.000.

Omdat de waarden van MOL het meeste afwijken, zijn in tabel 2b zijn schattingen weggelaten in de berekeningen van de gemiddelde schatting. Op deze manier zakt zijn waarde nog verder in en komen de waarden van de andere waarnemers dicht bij de juiste 1.000. Deze laatste waarnemers vormen ten opzichte van MOL een soort blok en ze zijn het steeds roerend, vooral met zichzelf, eens. Een lage waarde van  $\nu$  betekent, dat de waarnemer heldere meteoren minder helder durft te noemen dan de rest van de groep. Zwakke meteoren worden juist helderder geschat. Omdat de waarde van  $\mu$  (verschuiving in magnitude schatting) ook van 0.00 afwijkt, kan het heel goed voorkomen, dat het gemiddelde van de schattingen van MOL dezelfde uitkomst geeft als van de rest.

Berekenen we nu voor elke waarnemer voor elke meteoor volgens (1) een betere schatting voor de magnitude, dan vinden we zo een nieuwe magnitude distributie voor elke waarnemer. Vervolgens berekenen we opnieuw voor alle meteoren die hij gezien heeft de gemiddelde magnitude ( $\overline{m_3}$ ). Omdat in dit nieuwe gemiddelde de effecten van systematisch onjuist geschatte helderheden verdwenen zijn, kunnen we de gemiddelden van de waarnemers beter vergelijken. De verschillen die overblijven hebben hun oorsprong in nog drie andere zaken. Ten eerste zijn er verschillen als gevolg van toevallige fouten als gevolg van het toevallig verschijnen van bepaalde meteorhelderheden.[3]. De grootte van die fout kan berekend worden via:

$$\Delta m_v = \frac{2.75 - 0.45 \times \overline{m}}{\sqrt{n}} \quad (2)$$

Fouten ten gevolge van toevallige schattingsfouten worden berekend via :

$$\Delta m_s = \frac{|\overline{\Delta m}|}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

Veel belangrijker zijn de verschillen die veroorzaakt worden door het verschil in grensmagnitude van de waarnemers [4]. We weten immers, dat de gemiddelde helderheid van een set meteoren gelijke trend houdt met de grensmagnitude. Heeft een waarnemer een individuele grensmagnitude die een halve magnitude lager is, dan van de andere waarnemers, dan zal ook de gemiddelde meteoor magnitude die hij vindt een halve magnitude lager zijn. Omdat de waarnemers allen vrij veel meteoren gezien hebben, maken we geen grote fout als we de fouten  $\Delta m_v$  en  $\Delta m_s$ , verwaarlozen. We stellen dan, dat de verschillen in gemiddelde magnitude alleen veroorzaakt zijn door individuele verschillen in grensmagnitude. Deze onderlinge verschillen kunnen we nu rechtstreeks bepalen. Zie de laatste kolom in tabel 3.

Net zoals we weten, dat de gemiddelde magnitude van een serie meteoren gelijke tred houdt met de grensmagnitude, weten we ook, dat de distributie in zijn geheel netjes met

| OBS | n   | $\overline{m}_{43}$ | a     |       |       |                         | b     |       |       |                         |
|-----|-----|---------------------|-------|-------|-------|-------------------------|-------|-------|-------|-------------------------|
|     |     |                     | $\nu$ | $\mu$ | R     | $ \overline{\Delta m} $ | $\nu$ | $\mu$ | R     | $ \overline{\Delta m} $ |
| MOL | 91  | 2.12                | 0.789 | 0.61  | 0.899 | 0.41                    | 0.710 | 0.80  | 0.855 | 0.51                    |
| EKL | 108 | 1.87                | 1.076 | -0.18 | 0.969 | 0.24                    | 1.023 | -0.02 | 0.974 | 0.21                    |
| PVE | 181 | 1.83                | 1.080 | -0.23 | 0.966 | 0.26                    | 1.017 | -0.05 | 0.969 | 0.21                    |
| RVL | 90  | 1.80                | 1.122 | -0.34 | 0.952 | 0.35                    | 1.060 | -0.14 | 0.958 | 0.29                    |
| BSA | 149 | 1.91                | 0.933 | 0.13  | 0.910 | 0.37                    | 0.900 | 0.21  | 0.909 | 0.36                    |

Table 2: Values of  $\nu$  and  $\mu$  of the linear relations of the magnitude functions.

a: Mean magnitude, averaged over 5 observers.

b: The estimations of MOL are suppressed.

| Observer | n   | $\overline{m}_1$ | $\overline{m}_2$ | $\overline{m}_3$ | $\overline{m}_4$ | $\Delta L_m$ |
|----------|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------|
| MOL      | 91  | 2.61             | 2.98             | 2.91             | 3.33             | -0.42        |
| EKL      | 108 | 2.57             | 2.93             | 2.91             | 3.33             | -0.42        |
| PVE      | 181 | 2.97             | 3.33             | 3.33             | 3.33             | 0.00         |
| RVL      | 90  | 2.48             | 2.84             | 2.87             | 3.33             | -0.46        |
| BSA      | 149 | 2.89             | 3.22             | 3.29             | 3.33             | -0.04        |

Table 3: The mean magnitude of  $n$  meteors :

$\overline{m}_1$  = Mean magnitude of raw estimations.

$\overline{m}_2$  =  $\overline{m}_1$ , corrected for changing limiting magnitude during the night.

$\overline{m}_3$  =  $\overline{m}_2$ , corrected for systematic errors in the estimations.

$\overline{m}_4$  =  $\overline{m}_3$ , corrected for personal deviations in the limiting magnitude.

$\Delta L_m$  = Personal deviation from the value of PVE in limiting magnitude .

de grensmagnitude meeschuift. Stel, één waarnemer heeft gekeken, bij een grensmagnitude van 6 en een andere bij een grensmagnitude van 5. Beide waarnemers schatten even goed en hebben veel meteoren gezien. Behalve een verschil in oppervlak (van een faktor  $r$ ), zal de vorm van de distributies van beide waarnemers hetzelfde zijn. De ligging van de distributies ten opzichte van de magnitude-as is voor beide waarnemers wel verschillend. De distributie van de eerste waarnemer zal precies één magnitude verder naar rechts liggen. We kunnen nu bij elke schatting van de magnitude het verschil met de standaard-magnitude 6.50 bij de schatting optellen. De nieuwe distributie geeft dan de distributie, zoals de waarnemer die gezien zou hebben als hij bij de grensmagnitude van 6.50 gekeken zou hebben en op dezelfde manier geschat zou hebben als de hele groep.

Voor de vijf waarnemers is dit in figuur 3 gedaan. De figuren aan de *linkerkant* zijn de originele distributies, die rechtstreeks volgen uit de waarnemingen. De figuren aan de *rechterkant* zijn de bewerkte distributies. De rechter distributies zijn onderling rechtstreeks te vergelijken. De effecten van verschillen in grensmagnitude en systematisch foutief geschatte magnitudes zijn verdwenen. Alleen verschillen als gevolg van toevallige verschijningen en toevallige schattingsfouten zijn overgebleven. De laatste fouten zijn eventueel nog te elimineren door voor elke waarnemer zijn schatting te vervangen door een groepsgemiddelde, en dan pas een distributie te maken. Dit is lastig, omdat er lang niet voor elke meteor een groepsgemiddelde te berekenen valt. De meeste meteoren zijn slechts door één waarnemer gezien. De distributies zullen maar nauwelijks gladder wor-

den. Tellen we de rechter distributies bij elkaar op, dan krijgen we de mooiste distributie (Fig. 4).

Fouten ten gevolge van toevallige verschijningen zijn hierin kleiner geworden, omdat de aantallen groter zijn geworden. In de linker distributies van fig. 3 is te zien, dat het schatten op halve magnituden goed mogelijk is. De waarnemers BSA en MOL hebben de neiging om gehele waarden voor hun magnitudeschattingen op te geven. Daarnaast geeft BSA te veel een waarde van +2.5 op. De waarnemers EKL, PVE en RVL leveren zowel ongecorrigeerd als gecorrigeerd mooie distributies op halve magnitudeschattingen.

### ZHR- en HR Berekeningen

Naast *Contra Lunam* hebben er in Nederland nog enkele andere waarnemers een poging gedaan. *Martin Breukers* zag in de nacht van 2 op 3 januari vanuit het centrum van Hengelo tussen 0<sup>h</sup>47<sup>m</sup> en 2<sup>h</sup>05<sup>m</sup> zeven meteoren, waaronder de twee heldere, die *Contra Lunam* ook gezien had. *Hans Breukers* zag van 2<sup>h</sup> tot 5<sup>h</sup>50<sup>m</sup> UT 54 meteoren. *Alex Scholten* zag vanuit Eerbeek tussen 4<sup>h</sup>00<sup>m</sup> en 4<sup>h</sup>45<sup>m</sup> tien meteoren. Er gaan geruchten, dat er vanuit Denekamp ook nog een Boötide gezien is... En tot slot nam *Klaas Jobse* vanuit Oostkapelle nog waar in de nacht van 4 op 5 januari, ruim anderhalve dag na het berekende maximum. In 95 minuten waarnemingstijd zag hij 20 meteoren waaronder drie Boötiden.

Op het laatste moment kwamen uit Duitsland nog waarnemingen binnen van 3 op 4 januari. *Immo Holvan* en *Sebastian Deiries* namen in deze nacht allebei 12 uur waar!! Alles bij elkaar hebben we een mooie serie waarnemingen van zonslengte  $\lambda_{\odot}=282^{\circ}.1$  tot  $283^{\circ}.2$ . Het tussen deze waarden liggende maximum bij  $282^{\circ}.64$  [7] is net niet waargenomen, omdat het overdag viel. In Duitsland zag men aan het begin van de avond van 3 januari, vanaf slechts enkele uren na het maximum en met een radiant in onderculminatie redelijke aantallen Boötiden waar. Door de waargenomen aantallen te corrigeren voor de lage radiant-hoogte vinden we met een  $\gamma$  van 1.50 hoge ZHR-waarden. In tabel 4 zijn de ZHR gegevens gerangschikt op zonslengte. In fig. 5 zijn de ZHR-waarden van 1989 toegevoegd aan de waarden van voorgaande jaren.

Naar analogie met de door Peter Jenniskens geïntroduceerde persoonlijke correctiefactoren [5] is deze factor ook hier gebruikt. Voor alle waarnemers is de gemiddelde HR over de gehele nacht berekend. Dit gemiddelde werd vervolgens gedeeld door de standaard HR van 10. Het gevonden

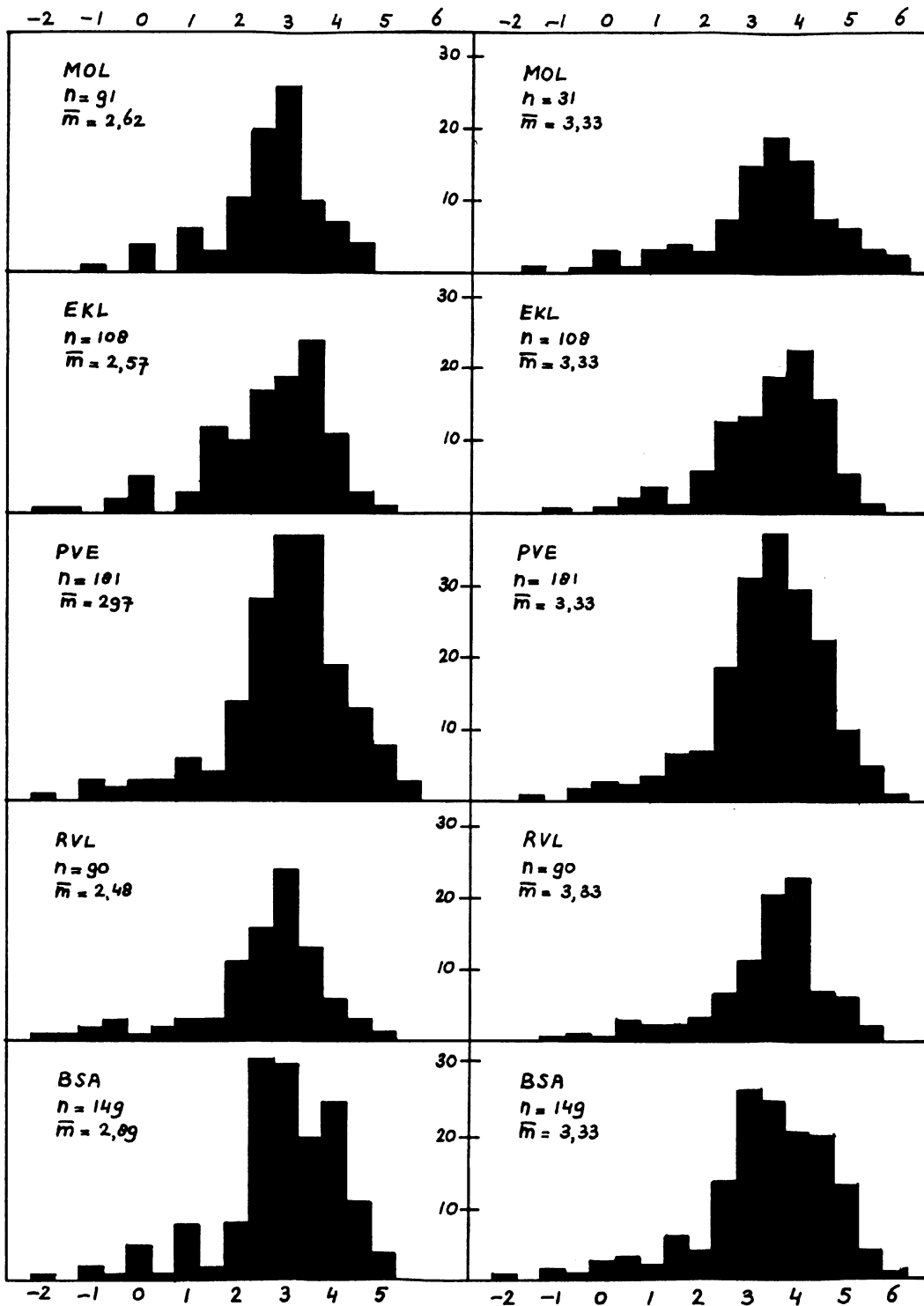


Figure 3: The left-hand distributions show the raw number of estimated magnitudes (at 0.5 magn. intervals) of all observed meteors as obtained by the  $\dot{\text{O}}\text{pik}$  method. The right-hand distributions are corrected to the standard limiting magnitude ( $L_m=6.50$ ) and they are also corrected for individual systematic errors by making use of the values of  $\nu$  and  $\mu$  from table 2a.

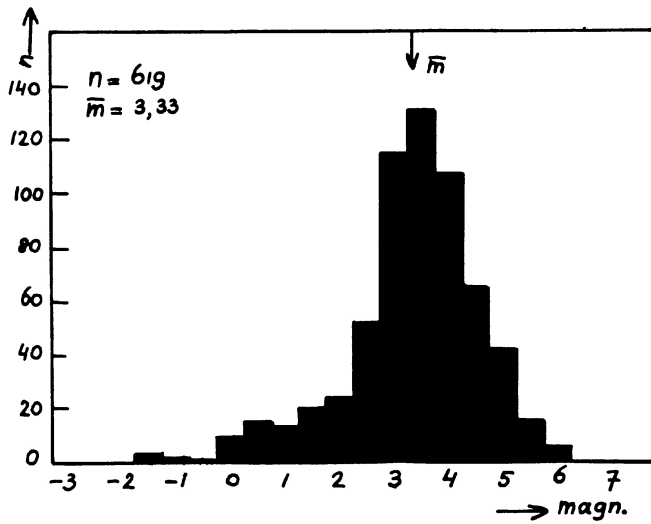


Figure 4: Summation of the personal corrected magnitude distributions (right-hand distributions of fig.3) is allowed. This diagram is based on 619 meteors and gives a reliable representation of the magnitude distribution as obtained by observers following Öpik's method.

quotiënt staat in de voorlaatste kolom van tabel 4. In de laatste kolom staan de nieuwe ZHR\*'s die berekend zijn door de oorspronkelijke ZHR van de waarnemer te delen door zijn factor C. De ZHR\*- waarden zijn gebruikt in fig. 5. Het is jammer, dat dit jaar het maximum overdag viel. Volgend jaar (1990) valt het maximum zes uur later. Met slechts aan het begin van de nacht een licht storende maan (ca. 40%) kunnen er in de nacht van 3 op 4 januari 1990 als het weer mee zit, weer grote aantallen gezien worden. . .

**Conclusies**

Van alle meteoren die gezien zijn, is de serie die Contra Lunam van 2 op 3 januari heeft waargenomen, een bijzondere. Alle waarnemers van deze groep hebben gedurende de hele nacht naar hetzelfde gebied van de hemel gekeken: Het zenit. Hierdoor kan er niet alleen wat van de meteoren gezegd worden, maar ook heel wat van de waarnemers zelf. Voor alle waarnemers zijn schattingsfuncties te maken die tussen magnitude -2 en +4 een mooi lineair verband geven. Corrigeren we met deze functies alle schattingen van magnituden, dan blijven er tussen de waarnemers nog kleine verschillen over in de gemiddelde helderheden. Men kan stellen dat deze verschillen in gemiddelde magnitude hun oorzaak hebben in de verschillen in grensmagnitude voor meteoren. De waarnemers MOL, EKL en RVL hebben een dergelijke grensmagnitude die maar 0.4 magn. lager is dan die van PVE en BSA. Via stertellingen kunnen we de grensmagnitude voor sterren bepalen. Al jaren blijkt, dat de via stertellingen bepaalde grensmagnitude voor de laatste drie waarnemers ook ongeveer 0,4 magnituden lager is. Het lijkt er dus op, dat de onderlinge verschillen in grensmagnitude voor sterren een goede maat is voor de onderlinge verschillen in grensmagnitude voor meteoren. De waarden van de persoonlijke correctie factoren van alle waarnemers lopen zeer uiteen [5]. De correctiefactoren zijn

gebaseerd op de veronderstelling, dat een waarnemer die een meer dan gemiddeld groot aantal sporadische meteoren ziet, ook een meer dan gemiddeld groot aantal zwermleden zal zien. Door de voor de waarnemer gevonden waarden van zijn ZHR te delen door zijn gemiddelde HR, vinden we de verhouding ZHR/HR, die ook een maat is voor de zwermactiviteit. Er is aangetoond [4] dat de verhouding van ZHR en HR niet constant is. Zowel de waarde van r van de zwerm als de vorm van de kansfunctie van de waarnemer hebben hun invloed op de verhouding ZHR/HR. De grootte van de variatie in de verhouding blijkt theoretisch bekeken zelfs bij meer onwaarschijnlijke situaties vaak nog binnen de 10% te blijven. In de praktijk zullen de verschillen in de verhoudingen die we vinden groter zijn, omdat de grote toevallige fout in de verhouding bepaald wordt door :

$$\Delta \left( \frac{ZHR}{HR} \right) = \frac{1}{2} \cdot \frac{ZHR}{HR} \cdot \left( \frac{1}{\sqrt{n_B}} + \frac{1}{\sqrt{n_s}} \right) \quad (4)$$

De verschillen in conventioneel berekende ZHR-waarden zijn zeer groot en kunnen oplopen tot enkele honderden procenten. Neem als voorbeeld eens de extreme verschillen tussen de ZHR-waarden van HBB en PVE rond  $\lambda_{\odot}=282^{\circ}.25$ . De verhouding tussen beide ZHR's (resp. 20 en 105) is 5.25 oftewel 525%. De verhoudingen ZHR/HR zijn voor de waarnemers resp. 1.7 en 2.3. Het verschil tussen deze verhoudingen is 'slechts' 35%. Stellen we nu, dat gemiddeld voor alle waarnemers de sporadische HR gedurende het gehele jaar precies 10.0 is, dan vinden we voor de twee waarnemers ZHR- waarden van resp.  $17 \pm 6$  en  $23 \pm 5$ . Deze waarden liggen nu veel dicht bij elkaar en liggen qua orde van grootte ook dicht bij de waarde, die men voor een gemiddelde waarnemer mag verwachten. De fout in de verhouding ZHR/HR kan men verkleinen door gewoon grotere aantallen te zien en/of door de HR over een grotere periode te berekenen dan de ZHR.

We weten al lang, dat eventuele verschillen in gevolgde waarnemingsmethoden kunnen leiden tot verschillen in de kansfuncties van waarnemers, maar dit hoeft niet meer te leiden tot andere verhoudingen en ZHR's. Omdat we allemaal graag veel meteoren willen zien en graag nauwkeurige waarden voor de ZHR's van zwermen willen bepalen, kunnen we het best gaan waarnemen volgens de methode die de meeste meteoren oplevert. Verschillende methoden leiden tot verschillen in aantallen en dus verschillen in de waarde van C. MBH, HBB en KJO hebben C=1. De waarnemers van Contra Lunam C=3 en de waarnemers IHM en SDM C=0.6. Vanuit Duitsland ontvingen we nog van enkele andere waarnemers waarnemingen die leidden tot C=0.13. Deze laatste waarde is zo laag, dat waargenomen sporadische meteoren vermoedelijk slechts af en toe vermeld zijn. Hierdoor kwamen deze waarnemingen niet meer voor verdere verwerking in aanmerking. De methode van Contra Lunam levert verreweg de grootste aantallen op. Hoe dit proces te verklaren valt, is niet geheel duidelijk. Net zo min is het duidelijk, waarom alle andere waarnemers zoveel minder meteoren zien, terwijl ze er echt wel zijn!! De waarnemers van Contra Lunam kijken allemaal naar het

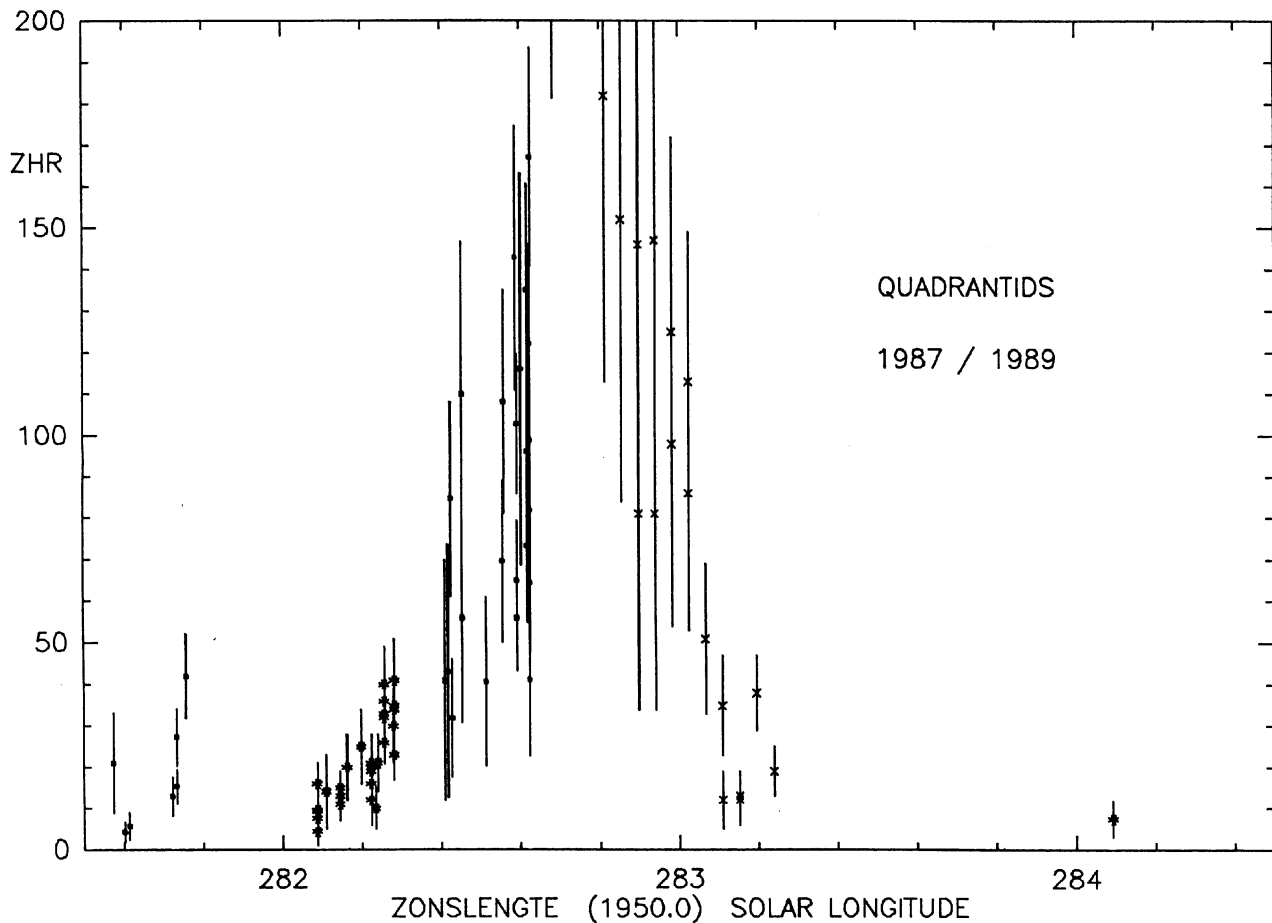


Figure 5: ZHR distribution of the 1988 return presented with DMS data between 1984 and 1986. [7]

zenit. Het zenit is, zeker in Nederland, het helderste stukje van de hemel. Kijkt men lager, dan zal men een lagere grensmagnitude hebben. Mogelijk zijn de gewone correcties voor de grensmagnitude daar niet toereikend. Een ander verschil is, dat Contra Lunam met een hele groep naar hetzelfde punt kijkt. Hoewel ruim de helft van alle meteoren door slechts één waarnemer gezien wordt, wordt gemiddeld elke meteor door twee waarnemers gezien. Het is heel goed mogelijk, dat de concentratie van de waarnemers sterk positief beïnvloed wordt, door de prikkels (Lees: Geschreeuw, gejuich enz.) van de overige waarnemers. Hoe beter de concentratie, des te meer meteoren.

Het is heel goed mogelijk, dat wanneer de Contra Lunam waarnemers veel verder uit elkaar gaan liggen, en elkaar niet meer kunnen horen, zij veel meer meteoren gaan missen. In het verleden is dat ook wel opgemerkt. Zowel de sporadische- als de zwermactiviteit zakt dan in. Bij slechtere concentratie (vermoedheid) kan een waarnemer het soms nog wel opbrengen even geconcentreerd een stertelling te doen, met als gevolg (op dat moment) een hoge waarde van zijn grensmagnitude. Maar als hij weer meteoren gaat waarnemen, zakt zijn concentratie en daarmee zijn grensmagnitude en zijn aantallen weer in.

Het loont dus zeer de moeite om actief te blijven. Regelmatig pauzeren, in vertikaal stand de benen strekken en een boterham wegwerken zal dit vergemakkelijken. Hoe meer

meteoren je ziet, hoe gemakkelijker het zal zijn om actief te blijven. Men kijke dus naar het zenit. Daar verschijnen de meeste zichtbare meteoren. Men wordt actiever, men neemt daardoor weer meer meteoren waar, men wordt nog actiever enz.

Zo kan iedereen aan een persoonlijke correctie van een factor 3 komen. . .

We willen toch allemaal meer meteoren zien ?

## References

- [1] Öpik, E.J.: *Publ. Astron. Univ. Tartu* 25(1922)1,1
- [2] Štohl, J., Millman, P.M.: *Bull. Astron. Inst. Czech.* 24(1973) pg.321
- [3] Van der Veen, P.: *Radiant* 8(1986) pg.41
- [4] Van der Veen, P.: *Radiant* 8(1986) pg.1
- [5] Jenniskens, P.: *Radiant* 10(1988) pg.105
- [6] Jenniskens, P.: *Radiant* 7(1985) pg.118
- [7] Veltman, R.: *Radiant* 9(1987) pg.18
- [8] Jenniskens, P.: *DMS Visueel Handboek* pg.72 ev.

| OBS      | T <sub>b</sub> -T <sub>e</sub><br>2/3 Jan. | T <sub>eff</sub><br>min. | λ <sub>☉</sub><br>(1950.0) | RH  | L <sub>m</sub> | N <sub>B</sub> | ZHR     | M <sub>Boo</sub> | n <sub>SpO</sub> | HR      | M <sub>SpO</sub> | C    | ZHR*     |
|----------|--|--------------------------|----------------------------|-----|----------------|----------------|---------|------------------|------------------|---------|------------------|------|----------|
| MOL      | 00.25-01.25                                | 60                       | 282°.088                   | 28° | 5.88           | 4              | 24±12   | 3.2±0.7          | 14               | 30±4    | 3.2±0.4          | 2.53 | 9.6±4.8  |
| EKL      |  |                          |                            |     | 5.88           | 4              | 24±12   | 3.2±0.7          | 17               | 36±9    | 3.3±0.3          | 3.19 | 7.5±3.8  |
| PVE      |  |                          |                            |     | 6.30           | 8              | 31±11   | 3.2±0.5          | 24               | 31±6    | 3.0±0.3          | 3.31 | 9.2±3.3  |
| RVL      |  |                          |                            |     | 5.84           | 2              | 13±9    | 3.2±0.9          | 16               | 36±9    | 3.2±0.3          | 2.86 | 4.4±3.1  |
| BSA      |  |                          |                            |     | 6.26           | 12             | 47±14   | 3.8±0.3          | 24               | 32±7    | 3.0±0.3          | 2.97 | 16±5     |
| MBB      | 00.47-02.05                                | 65                       | 282°.110                   | 32° | 6.00           | 2.5            | 11±7    | 3.5±0.7          | 4.5              | 7.7±3.6 | 0.7±1.2          | 0.77 | 14±9     |
| MOL      | 01.46-02.46                                | 60                       | 282°.145                   | 38° | 5.88           | 7              | 29±11   | 2.7±0.6          | 10               | 21±7    | 3.1±0.4          | 2.53 | 11±4     |
| EKL      |  |                          |                            |     | 5.88           | 10             | 41±13   | 2.7±0.5          | 11               | 23±7    | 3.0±0.4          | 3.19 | 13±4     |
| PVE      |  |                          |                            |     | 6.30           | 16             | 42±10   | 3.1±0.3          | 20               | 26±6    | 3.3±0.3          | 3.31 | 13±3     |
| RVL      |  |                          |                            |     | 5.84           | 7              | 30±11   | 2.3±0.7          | 11               | 25±7    | 3.3±0.4          | 2.86 | 11±4     |
| BSA      |  |                          |                            |     | 6.26           | 16             | 43±11   | 2.9±0.4          | 16               | 21±5    | 3.1±0.3          | 2.97 | 15±4     |
| HBB      | 02.20-03.00                                | 35                       | 282°.162                   | 41° | 6.50           | 6              | 19±8    | 3.2±0.5          | 4                | 6.8±3.4 | 3.3±0.6          | 0.95 | 20±8     |
| HBB      | 03.00-04.00                                | 53                       | 282°.198                   | 48° | 6.10           | 8.5            | 24±8    | 3.9±0.3          | 7.5              | 14±5    | 3.9±0.4          | 0.95 | 25±9     |
| MOL      | 03.54-04.16                                | 22                       | 282°.223                   | 52° | 5.78           | 6              | 51±21   | 3.5±0.5          | 2                | 13±9    | 2.8±1.1          | 2.53 | 20±8     |
| EKL      |  |                          |                            |     | 5.78           | 7              | 59±22   | 3.3±0.5          | 6                | 39±16   | 3.8±0.4          | 3.19 | 19±7     |
| PVE      |  |                          |                            |     | 6.20           | 10             | 54±17   | 3.3±0.4          | 6                | 24±10   | 3.3±0.5          | 3.31 | 16±5     |
| RVL      |  |                          |                            |     | 5.74           | 4              | 35±18   | 3.2±0.7          | 3                | 21±12   | 2.7±0.9          | 2.86 | 12±6     |
| BSA      |  |                          |                            |     | 6.16           | 11             | 61±18   | 3.7±0.3          | 6                | 25±10   | 2.9±0.6          | 2.97 | 21±6     |
| ASE      | 04.00-04.45                                | 37                       | 282°.235                   | 54° | 5.70           | 4.5            | 24±11   | 3.9±0.5          | 5.5              | 24±10   | 4.3±0.4          | 2.39 | 10±5     |
| HBB      | 04.00-05.00                                | 53                       | 282°.240                   | 56° | 6.10           | 8.5            | 20±7    | 3.7±0.4          | 6.5              | 12±5    | 3.5±0.5          | 0.95 | 21±7     |
| MOL      | 04.33-05.10                                | 37                       | 282°.256                   | 59° | 5.68           | 20             | 100±23  | 2.4±0.3          | 6                | 27±11   | 3.2±0.5          | 2.53 | 40±9     |
| EKL      |  |                          |                            |     | 5.68           | 21             | 104±23  | 3.5±0.3          | 8                | 35±12   | 3.1±0.5          | 3.19 | 33±7     |
| PVE      |  |                          |                            |     | 6.10           | 33             | 105±18  | 3.1±0.2          | 17               | 45±11   | 3.5±0.3          | 3.31 | 32±6     |
| RVL      |  |                          |                            |     | 5.64           | 20             | 104±23  | 3.5±0.3          | 7                | 32±12   | 3.4±0.5          | 2.86 | 36±8     |
| BSA      |  |                          |                            |     | 6.07           | 24             | 79±16   | 2.9±0.3          | 13               | 36±10   | 3.9±0.3          | 2.97 | 26±5     |
| HBB      | 05.00-05.50                                | 44                       | 282°.279                   | 64° | 6.10           | 11.5           | 29±8    | 3.4±0.4          | 1.5              | 3.4±2.7 | 3.4±1.0          | 0.95 | 30±9     |
| MOL      | 05.10-05.45                                | 35                       | 282°.281                   | 65° | 5.48           | 17             | 104±25  | 3.6±0.3          | 5                | 30±14   | 4.3±0.4          | 2.53 | 41±10    |
| EKL      |  |                          |                            |     | 5.48           | 18             | 109±26  | 3.4±0.3          | 6                | 36±15   | 4.2±0.4          | 3.19 | 34±8     |
| PVE      |  |                          |                            |     | 5.90           | 35             | 135±23  | 3.7±0.2          | 12               | 43±12   | 3.9±0.3          | 3.31 | 41±7     |
| RVL      |  |                          |                            |     | 5.44           | 16             | 101±25  | 3.7±0.3          | 4                | 25±13   | 3.9±0.5          | 2.86 | 35±9     |
| BSA      |  |                          |                            |     | 5.86           | 17             | 68±17   | 3.6±0.3          | 10               | 37±12   | 4.2±0.3          | 2.97 | 23±6     |
| 3/4 Jan. |  |                          |                            |     |                |                |         |                  |                  |         |                  |      |          |
| JHM      | 17.30-18.30                                | 60                       | 282°.814                   | 10  | 6.4            | 7              | 101±38  | 2.7±0.6          | 6                | 6.8±2.8 | 4.9±0.2          | 0.56 | 182±69   |
| SDM      |  | 61                       |                            |     | 6.4            | 10             | 142±45  | 2.7±0.5          | 3                | 3.3±1.9 | 3.4±0.7          | 0.61 | 234±74   |
| JHM      | 18.30-19.30                                | 60                       | 282°.856                   | 8   | 6.5            | 7              | 129±49  | 3.0±0.5          | 1                | 1.0±1.0 | 4.0±1.0          | 0.56 | 231±0.88 |
| SDM      |  |                          |                            |     | 6.5            | 5              | 92±41   | 3.0±0.6          | 0                |         |                  | 0.61 | 152±68   |
| JHM      | 19.30-20.30                                | 60                       | 282°.899                   | 8   | 6.5            | 4              | 81±41   | 2.3±0.9          | 6                | 6.0±2.5 | 3.7±0.5          | 0.56 | 146±73   |
| SDM      |  |                          |                            |     | 6.5            | 3              | 61±35   | 1.0±3.0          | 0                |         |                  | 0.61 | 81±47    |
| JHM      | 20.30-21.30                                | 60                       | 282°.941                   | 9   | 6.5            | 5              | 82±37   | 3.8±0.5          | 9                | 9.0±3.0 | 2.7±0.5          | 0.56 | 147±66   |
| SDM      |  |                          |                            |     | 6.5            | 3              | 49±28   | 3.7±0.6          | 7                | 7.0±2.7 | 2.6±0.6          | 0.61 | 81±47    |
| JHM      | 21.30-22.30                                | 60                       | 282°.984                   | 12  | 6.5            | 5              | 54±24   | 2.8±0.7          | 4                | 4.0±2.0 | 4.3±0.4          | 0.56 | 98±44    |
| SDM      |  |                          |                            |     | 6.5            | 7              | 76±29   | 2.9±0.6          | 8                | 8.0±2.8 | 3.8±0.4          | 0.61 | 125±47   |
| JHM      | 22.30-23.30                                | 60                       | 283°.026                   | 16  | 6.5            | 7              | 48±18   | 1.9±0.7          | 10               | 10±3    | 3.2±0.4          | 0.56 | 86±33    |
| SDM      |  |                          |                            |     | 6.5            | 10             | 68±22   | 1.1±0.7          | 13               | 13±4    | 0.0±2.8          | 0.61 | 113±36   |
| JHM      | 23.30-00.30                                | 60                       | 283°.068                   | 22  | 6.7            | 8              | 28±10   | 1.6±0.7          | 6                | 4.7±1.9 | 2.8±0.6          | 0.56 | 51±18    |
| SDM      |  |                          |                            |     | 6.7            | 7              | 25±9    | 0.8±0.9          | 12               | 9.4±2.7 | 2.9±0.4          | 0.61 | 41±15    |
| JHM      | 00.30-01.30                                | 60                       | 283°.111                   | 29  | 6.7            | 8              | 19±7    | 3.3±0.5          | 6                | 4.7±1.9 | 3.3±0.5          | 0.56 | 35±12    |
| SDM      |  |                          |                            |     | 6.7            | 3              | 7.3±4.2 | 0.5±1.5          | 9                | 7.0±2.4 | 3.7±0.4          | 0.61 | 12±7     |
| JHM      | 01-30-02.30                                | 60                       | 283°.153                   | 36  | 6.7            | 4              | 7.1±3.5 | 3.3±0.6          | 6                | 4.7±1.9 | 3.0±0.6          | 0.56 | 13±6     |
| SDM      |  |                          |                            |     | 6.7            | 4              | 7.1±3.5 | 3.6±0.6          | 9                | 7.0±2.4 | 2.6±0.5          | 0.61 | 12±6     |
| SDM      | 02.30-03.31                                | 61                       | 283°.196                   | 45  | 6.7            | 17             | 23±6    | 2.4±0.4          | 9                | 6.9±2.3 | 2.7±0.5          | 0.61 | 38±9     |
| SDM      | 03.31-04.33                                | 62                       | 283°.240                   | 54  | 6.7            | 11             | 12±4    | 2.1±0.6          | 4                | 3.0±1.5 | 3.6±0.6          | 0.61 | 19±6     |
| 4/5 Jan. |  |                          |                            |     |                |                |         |                  |                  |         |                  |      |          |
| KJO      | 23.20-00.55                                | 95                       | 284°.093                   | 23° | 6.50           | 3              | 9.1±5.2 | 2.7±0.9          | 17               | 12±3    | 3.9±0.2          | 1.22 | 7.4±4.3  |

Table 4:  $ZHR = n_B \times \frac{60}{T_{eff}} \times r^{6.50-L_m} \times \left(\frac{1}{\sin RH}\right)^\gamma$ ,  $r=3.00$ ,  $\gamma=1.50$ ;  $\overline{M_B} = \overline{m_B} + 6.50 - L_m$ ,  $C = \frac{\overline{HR}}{10}$ ,  $ZHR^* = \frac{ZHR}{C}$