

Geminiden 1990 :

Fotografische resultaten (2)

Trajecten en radiantposities

Hans Betlem¹, Casper ter Kuile², Marc de Lignie³, Jaap van 't Leven⁴, Michiel van Vliet⁵

1. Lederkarper 4, 2318 NB Leiden
2. Akker 145, 3732 XD De Bilt
3. Prins Hendrikplein 42, 2264 SN Leidschendam
4. Touwslagerhof 5, 1315 BR Almere
5. Postbus 451, 4380 AL Vlissingen

English summary

In a previous publication [1] orbital data of 100 multi station Geminid meteors, photographed by DMS members in 1990, were presented.

This article deals with trajectory data and radiant positions of these meteors. Data of another 40 double station Geminids for which no orbits could be computed are added.

Inleiding

In een vorig artikel in Radiant [1] zijn de eerste resultaten gegeven van de simultaanberekeningen aan de Geminiden 1990. De berekende baanelementen van 100 n-multaan gefotografeerde Geminiden zijn hierin onderverdeeld in drie klassen : A, B en C.

De A klasse n-multaanopnamen (30 stuks) betreffen trimultaan opnamen met bekend verschijningstijdstip.

De B-klasse opnamen (50 stuks) zijn gewone simultaanopnamen met bekend verschijningstijdstip en in de C-klasse (12 opnamen) zijn simultaanopnamen samengebracht waarvan het verschijningstijdstip niet bekend is.

In dit artikel, dat voornamelijk over radiantposities en trajectgegevens (oplicht- en uitdoofhoogtes) gaat, wordt deze indeling grotendeels gehandhaafd. Er wordt een D-klasse ingevoerd (41 opnamen). Hierin zitten opnamen waarvan om welke reden dan ook geen baanelementen berekend zijn. Meestal is dat het geval van onvoldoende sectoronderbrekingen. De D-klasse bevat merendeels zwakke meteoren (magnitudo 0 en +1).

Op de selectie en de verwerking van het materiaal zullen we hier niet verder in gaan. Hiervoor zij verwezen naar het vorige artikel.

Resultaten

De tabellen 1 t/m 3 op de volgende bladzijden geven de resultaten weer voor in totaal 133 n-multaan gefotografeerde Geminiden.

De DMS code is de verbindende schakel naar de tabellen met de baanelementen zoals we die eerder gaven. Decimale datum, zonslengte, visuele magnitude en aantal posten (N) zijn in de eerste drie tabellen dan ook weggelaten. Tabel 4 geeft deze gegevens wel: Deze opnamen zijn nog niet eerder gepubliceerd.

Radiantposities

De tabellen 1 en 2 (A en B klasse trajecten) geven die opnamen, waarin de fouten in de radiantpositie alleen door geometrische omstandigheden (convergentiehoek) bepaald worden. Bij trimultaanopnamen levert de trajectberekening een gemiddelde radiant met standaarddeviatie in rechte klimming

en declinatie. Deze waarden zijn in de kolommen [tol] achter de rechte klimming en de declinatie aangegeven. Op enkele uitschieters na (fouten in cameratijden?) zijn deze onnauwkeurigheden in de orde van enkele tienden van een graad.

Tabel 2 (de B-klasse banen) is gebaseerd op gewone simultaanopnamen. Hieruit wordt slechts één radiantpositie berekend en kunnen dus ook geen uitspraken over de nauwkeurigheid gedaan worden. In de [tol] kolommen in de tabellen is steeds 0.2° aangenomen, een waarde die redelijk in overeenstemming is met wat in tabel 1 werd gevonden. Met deze toleranties zijn uiteindelijk de baanelementen berekend, die in het vorige artikel zijn gepubliceerd.

Tabel 3 (de C-klasse banen) ontberen het verschijningstijdstip. Dit zijn hoofdzakelijk zwakkere meteoren, die in de hectische maximumnacht niet zijn opgemerkt of wel zijn opgemerkt maar in de drukte niet correct zijn opgetekend. De toleranties in declinatie zijn weer op 0.2° aangenomen ; de onnauwkeurigheid in rechte klimming is nu echter direct gekoppeld aan de onzekerheid in het verschijningstijdstip.

Om die te achterhalen zijn de overlap-tijden in de belichtingsintervallen tussen de verschillende posten bepaald. De schade blijkt hier nog reuze mee te vallen: Maximaal $\pm 2^\circ$, overeenkomend met ongeveer een kwartier overlap in belichtingsmarges. Tijdens nachten met hoge activiteit verdient het aanbeveling om de belichtingstijden zo kort mogelijk te houden! Tijdens de Perseiden 1993 hebben we goed van deze ervaring kunnen profiteren: De onzekerheid zijn hier zelden groter dan ± 5 minuten. Bij een hogere declinatie van de radiant werkt dit effect overigens nog minder sterk door!

Tabel 4 geeft de D klasse radiantposities. In de kolom [tol] RA is te zien, dat ook veel van deze meteoren niet zijn waargenomen en dat er dus grotere onzekerheden in de rechte klimmingen van de radiantposities zitten.

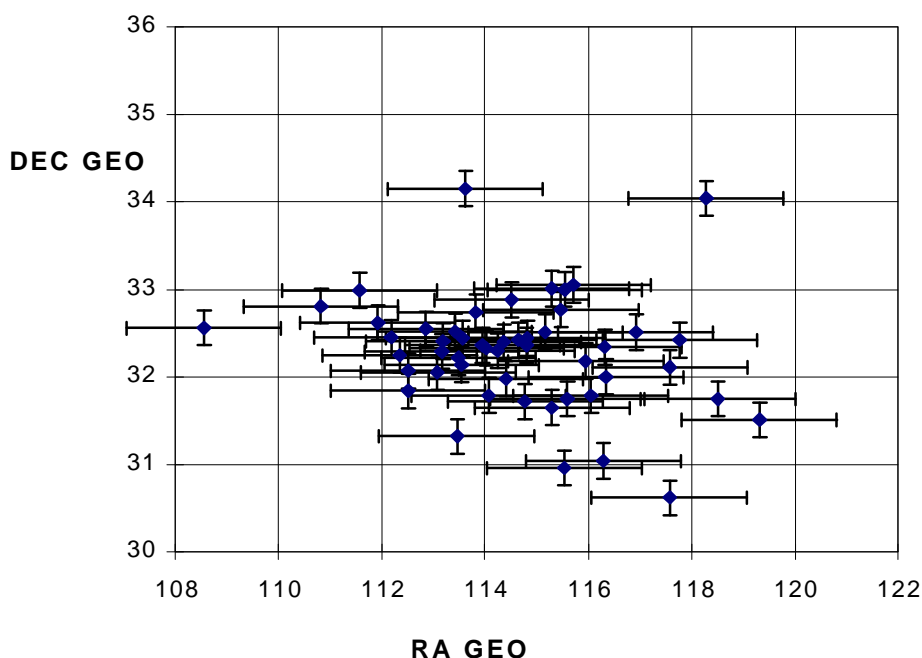
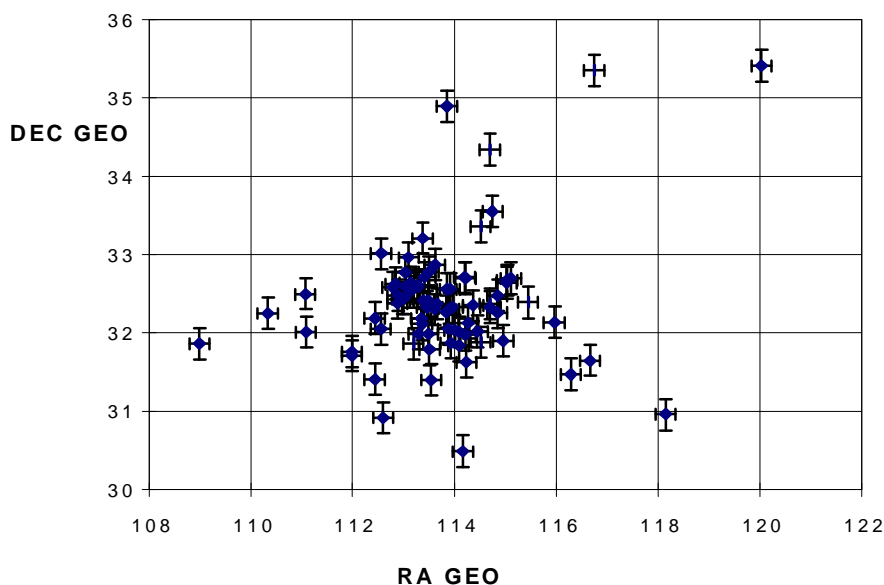
De berekende radiantposities zijn grafisch weergegeven in de figuren 1 en 2. Omdat de waarnemingsintervallen maar zo kort zijn (slechts twee nachten!) is het onmogelijk een radiantdrift uit deze fotografische gegevens af te leiden.

De A en B klasse radiantposities zijn weergegeven in figuur 1; figuur 2 toont de C en D klasse radiantposities. Het gemiddelde van deze tweede groep komt goed overeen met de eerste groep en ook de uitschieters liggen niet noemenswaardig verder van het gemiddelde vandaan. De radiantstructuur is nagenoeg cirkelvormig met een diameter van iets meer dan één graad.

In figuur 2 zijn de opgegeven foutenbalken zijn allen $\pm 1^\circ.5$ in rechte klimming. Hiervoor is een goed gemiddelde voor deze groep aangenomen. In grafiek 1 zijn de foutenbalken in rechte klimming en declinatie allen op $0^\circ.2$ gekozen. Ze zijn slechts indicatief voor de mate van nauwkeurigheid waarmee de uiteindelijke resultaten zijn vastgelegd.

Oplicht- en uitdoofhoogtes

Naast de radiantposities geven de tabellen 1 t/m 4 de berekende oplicht- en uitdoofhoogtes van de meteoren. Deze



Figuur 1 (boven) : Geocentrische radiantposities van klasse A en B Geminiden. (2000.0). Toleranties in RA en DEC $\pm 0^\circ.2$
Geocentric radiant positions class A and B Geminids (2000.0). RA and DEC are in error by about $0^\circ.2$. (time of appearance of meteors well known)

Figuur 2 (onder) : Geocentrische radiantposities van klasse C en D Geminiden. (2000.0). Tolerantie in RA $\pm 1^\circ.5$ en in declinatie $\pm 0^\circ.2$.
Geocentric radiant positions class C and D Geminids (2000.0). RA in error by about $1^\circ.5$ (mean value) due to unknown time of appearance of the meteor.

| code | VG | VH | V inf | <V> | tol | Hb | Hm | He | RA | tol | DEC | tol | RA g | DEC g | Mv | COS Z | Qmax |
|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|------|------|--------|------|-------|------|--------|-------|----|-------|------|
| 90117 | 35,74 | 34,88 | 37,70 | 36,90 | 0,5 | 97,2 | 89,9 | 84,5 | 111,57 | 0,21 | 33,12 | 0,47 | 112,78 | 32,58 | -1 | 0,551 | 18,4 |
| 90128 | 34,49 | 33,85 | 36,50 | 35,80 | 0,2 | 94,0 | 82,5 | 76,9 | 112,27 | 0,70 | 32,87 | 0,20 | 113,39 | 32,41 | -2 | 0,612 | 27,5 |
| 90130 | 35,45 | 34,52 | 37,40 | 37,20 | 0,5 | 100,9 | 93,3 | 87,2 | 112,35 | | 33,01 | | 113,28 | 32,61 | 0 | 0,656 | 33,7 |
| 90136 | 34,95 | 34,34 | 36,90 | 36,40 | 0,2 | 98,1 | 86,1 | 80,5 | 112,43 | 0,07 | 33,26 | 0,14 | 113,09 | 32,96 | -1 | 0,751 | 34,7 |
| 90142 | 35,74 | 34,68 | 37,63 | 37,00 | 0,3 | 97,2 | 91,2 | 83,3 | 112,95 | 0,02 | 32,95 | 0,02 | 113,41 | 32,71 | 1 | 0,796 | 82,1 |
| 90144 | 34,45 | 33,58 | 36,40 | 35,40 | 0,6 | 94,7 | 91,9 | 82,9 | 113,68 | 0,10 | 32,98 | 0,11 | 114,19 | 32,71 | -1 | 0,794 | 29,9 |
| 90151 | 35,12 | 35,14 | 37,00 | 36,30 | 0,2 | 97,2 | 82,6 | 75,1 | 110,90 | 1,00 | 32,21 | 0,30 | 111,08 | 32,01 | -1 | 0,869 | 20,4 |
| 90155 | 34,39 | 33,81 | 36,30 | 36,00 | 0,3 | 98,8 | 75,9 | 72,2 | 113,21 | 0,19 | 32,32 | 0,15 | 113,36 | 32,11 | -1 | 0,882 | 40,6 |
| 90161 | 34,55 | 34,08 | 36,40 | 36,20 | 0,1 | 101,9 | 75,7 | 68,0 | 113,27 | 0,01 | 32,83 | 0,01 | 113,13 | 32,64 | -2 | 0,938 | 61,5 |
| 90162 | 34,87 | 34,43 | 36,70 | 35,80 | 0,8 | 95,7 | 89,7 | 85,4 | 112,73 | 1,00 | 32,27 | 0,10 | 112,55 | 32,05 | 1 | 0,940 | 80,7 |
| 90167 | 34,24 | 33,65 | 36,10 | 35,90 | 0,5 | 105,3 | 82,0 | 78,3 | 113,83 | 0,03 | 32,58 | 0,02 | 113,66 | 32,37 | -1 | 0,943 | 69,5 |
| 90176 | 35,67 | 34,90 | 37,40 | 33,90 | 0,3 | 98,3 | 89,1 | 84,4 | 113,36 | 0,06 | 32,84 | 0,04 | 112,84 | 32,63 | 0 | 0,974 | 85,7 |
| 90177 | 34,52 | 33,91 | 36,30 | 35,30 | 0,2 | 101,3 | 88,8 | 79,2 | 113,97 | 0,04 | 32,64 | 0,03 | 113,48 | 32,41 | -1 | 0,974 | 79,5 |
| 90183 | 34,43 | 33,96 | 36,20 | 35,90 | 0,4 | 98,5 | 72,3 | 66,0 | 113,85 | 0,14 | 32,83 | 0,12 | 113,29 | 32,59 | -2 | 0,980 | 65,5 |
| 90188 | 34,01 | 33,37 | 35,80 | 35,60 | 0,1 | 100,7 | 67,3 | 57,6 | 114,81 | 0,04 | 32,95 | 0,01 | 114,21 | 32,70 | -3 | 0,981 | 26,5 |
| 90191 | 34,37 | 34,04 | 36,10 | 35,90 | 0,2 | 98,1 | 80,2 | 67,8 | 113,71 | 0,03 | 32,73 | 0,01 | 112,97 | 32,44 | -1 | 0,980 | 30,5 |
| 90201 | 34,17 | 33,24 | 35,90 | 35,70 | 0,3 | 101,2 | 78,5 | 74,2 | 115,50 | 0,03 | 32,65 | 0,02 | 114,70 | 32,33 | -1 | 0,977 | 45,4 |
| 90208 | 35,03 | 33,66 | 36,70 | 35,40 | 1,0 | 93,0 | 81,9 | 76,7 | 115,98 | 1,30 | 33,01 | 0,30 | 115,10 | 32,70 | 1 | 0,964 | 26,4 |
| 90215 | 34,76 | 34,09 | 36,39 | 36,27 | 0,1 | 95,3 | 84,4 | 79,4 | 114,49 | 0,60 | 32,73 | 0,20 | 113,45 | 32,33 | 1 | 0,946 | 51,7 |
| 90219 | 34,89 | 34,38 | 36,50 | 36,00 | 0,1 | 98,3 | 75,7 | 61,3 | 114,09 | 0,02 | 32,88 | 0,02 | 112,99 | 32,44 | -2 | 0,930 | 75,7 |
| 90227 | 34,92 | 34,31 | 36,50 | 36,00 | 0,5 | 95,4 | 80,5 | 74,5 | 114,48 | 0,34 | 33,09 | 0,25 | 113,27 | 32,60 | 0 | 0,900 | 52,3 |
| 90242 | 34,25 | 33,87 | 35,80 | 35,60 | 0,3 | 98,1 | 79,1 | 76,0 | 114,63 | 1,60 | 32,58 | 0,70 | 113,19 | 31,86 | -1 | 0,793 | 23,5 |
| 90250 | 34,48 | 34,26 | 36,00 | 35,60 | 0,5 | 94,4 | 83,1 | 77,4 | 113,91 | 0,14 | 32,21 | 0,16 | 112,43 | 31,41 | -1 | 0,749 | 25,3 |
| 90273 | 34,14 | 33,64 | 36,10 | 35,90 | 0,2 | 100,8 | 76,4 | 65,4 | 114,27 | 0,06 | 32,63 | 0,04 | 114,69 | 32,37 | -1 | 0,823 | 83,1 |
| 90274 | 33,63 | 33,34 | 35,60 | 35,50 | 0,1 | 97,9 | 74,5 | 67,1 | 114,13 | 0,14 | 32,17 | 0,03 | 114,51 | 31,88 | -1 | 0,835 | 29,2 |
| 90280 | 34,18 | 33,89 | 36,10 | 35,70 | 0,3 | 100,9 | 84,9 | 75,8 | 113,81 | 0,03 | 32,26 | 0,05 | 114,00 | 32,03 | 0 | 0,873 | 53,0 |
| 90281 | 34,93 | 34,25 | 36,80 | 36,50 | 0,2 | 95,5 | 76,2 | 72,6 | 114,28 | 0,10 | 32,57 | 0,14 | 114,36 | 32,35 | -2 | 0,893 | 39,0 |
| 90283 | 35,39 | 34,85 | 37,20 | 36,90 | 0,3 | 98,2 | 66,9 | 57,8 | 113,63 | 0,13 | 32,20 | 0,03 | 113,48 | 31,99 | -2 | 0,935 | 17,9 |
| 90284 | 35,71 | 34,55 | 37,50 | 37,20 | 0,3 | 95,9 | 80,8 | 70,6 | 115,03 | 0,04 | 32,46 | 0,01 | 114,84 | 32,26 | 0 | 0,941 | 19,1 |
| 90285 | 34,89 | 34,17 | 36,70 | 36,40 | 0,3 | 98,5 | 73,7 | 66,0 | 114,72 | 0,27 | 32,26 | 0,24 | 114,45 | 32,02 | -2 | 0,952 | 22,2 |

113,54 32,35
0,85 0,34

Table 1 : Class A trajectories and Radiant positions. (30 Geminids)

| code | VG | VH | V inf | <V> | tol | Hb | Hm | He | RA | tol | DEC | tol | RA g | DEC g | Mv | COS Z | Qmax |
|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|------|------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|----|-------|------|
| 90106 | 36,12 | 34,91 | 37,90 | 37,00 | 0,2 | 73,4 | 80,7 | 79,1 | 112,00 | [0,2] | 32,20 | [0,2] | 111,98 | 31,71 | 1 | 0,911 | 17,0 |
| 90115 | 34,71 | 32,59 | 36,73 | 36,61 | 0,4 | 90,3 | 84,6 | 82,6 | 115,21 | [0,2] | 32,32 | [0,2] | 116,66 | 31,65 | 0 | 0,484 | 10,3 |
| 90118 | 34,28 | 35,37 | 36,30 | 35,50 | 0,5 | 97,2 | 90,5 | 84,8 | 107,84 | [0,2] | 32,35 | [0,2] | 108,99 | 31,86 | -1 | 0,604 | 12,4 |
| 90121 | 33,97 | 34,44 | 36,00 | 35,60 | 0,6 | 92,2 | 80,2 | 71,0 | 109,96 | [0,2] | 32,98 | [0,2] | 111,07 | 32,50 | 0 | 0,625 | 29,2 |
| 90126 | 35,23 | 34,45 | 37,20 | 36,90 | 0,2 | 94,3 | 71,0 | 63,0 | 112,73 | [0,2] | 35,33 | [0,2] | 113,85 | 34,89 | -2 | 0,614 | 9,5 |
| 90127 | 35,64 | 35,04 | 37,60 | 37,50 | 0,5 | 101,4 | 82,7 | 78,2 | 110,95 | [0,2] | 32,18 | [0,2] | 111,98 | 31,76 | 0 | 0,615 | 12,6 |
| 90132 | 33,66 | 33,05 | 35,70 | 35,10 | 1,4 | 89,0 | 82,8 | 78,1 | 113,46 | [0,2] | 33,73 | [0,2] | 114,51 | 33,36 | 1 | 0,664 | 12,1 |
| 90133 | 34,62 | 34,12 | 36,60 | 35,40 | 0,7 | 94,9 | 82,0 | 79,4 | 112,17 | [0,2] | 33,11 | [0,2] | 113,03 | 32,77 | 0 | 0,694 | 18,9 |
| 90134 | 34,20 | 33,81 | 36,20 | 35,80 | 0,3 | 97,7 | 85,5 | 80,4 | 112,27 | [0,2] | 32,89 | [0,2] | 113,12 | 32,52 | 0 | 0,703 | 15,1 |
| 90135 | 35,77 | 35,06 | 37,70 | 37,20 | 0,3 | 95,2 | 84,5 | 79,8 | 111,78 | [0,2] | 33,33 | [0,2] | 112,56 | 33,01 | -1 | 0,701 | 2,5 |
| 90150 | 34,16 | 33,86 | 36,10 | 36,00 | 0,1 | 99,0 | 65,1 | 54,4 | 112,74 | [0,2] | 32,80 | [0,2] | 113,02 | 32,59 | -3 | 0,858 | 9,7 |
| 90153 | 36,69 | 34,58 | 38,50 | 37,90 | 1,1 | 95,0 | 82,0 | 76,4 | 114,82 | [0,2] | 32,10 | [0,2] | 114,95 | 31,90 | 0 | 0,868 | 2,8 |
| 90154 | 34,29 | 33,78 | 36,20 | 35,50 | 0,1 | 94,7 | 76,9 | 50,5 | 113,32 | [0,2] | 33,03 | [0,2] | 113,49 | 32,78 | -3 | 0,876 | 20,0 |
| 90158 | 36,21 | 35,18 | 38,00 | 38,00 | 0,6 | 100,1 | 86,8 | 81,3 | 112,81 | [0,2] | 32,58 | [0,2] | 112,87 | 32,38 | 0 | 0,920 | 37,7 |
| 90159 | 35,22 | 34,46 | 36,70 | 36,30 | 0,2 | 99,6 | 80,5 | 77,3 | 114,82 | [0,2] | 32,96 | [0,2] | 113,34 | 32,18 | 0 | 0,733 | 27,5 |
| 90169 | 35,72 | 34,89 | 37,50 | 36,80 | 0,4 | 101,4 | 79,4 | 77,0 | 113,13 | [0,2] | 32,68 | [0,2] | 112,88 | 32,48 | 0 | 0,950 | 64,6 |
| 90173 | 34,80 | 35,29 | 36,60 | 36,20 | 0,3 | 95,7 | 82,2 | 75,6 | 110,68 | [0,2] | 32,48 | [0,2] | 110,33 | 32,25 | 0 | 0,962 | 11,8 |
| 90178 | 34,83 | 34,24 | 36,60 | 35,90 | 0,6 | 88,8 | 70,1 | 61,0 | 113,88 | [0,2] | 33,37 | [0,2] | 113,37 | 33,21 | 0 | 0,983 | 13,5 |
| 90181 | 35,03 | 33,00 | 36,80 | 36,70 | 0,3 | 97,3 | 88,2 | 69,8 | 116,73 | [0,2] | 31,68 | [0,2] | 116,28 | 31,47 | -1 | 0,975 | 15,9 |
| 90184 | 35,69 | 34,06 | 37,40 | 36,10 | 0,6 | 94,1 | 78,6 | 75,8 | 115,60 | [0,2] | 32,89 | [0,2] | 115,02 | 32,64 | 0 | 0,978 | 6,9 |
| 90189 | 35,47 | 32,52 | 37,20 | 35,80 | 0,8 | 88,8 | 70,1 | 61,0 | 118,54 | [0,2] | 31,17 | [0,2] | 118,14 | 30,96 | 0 | 0,983 | 13,5 |
| 90193 | 34,47 | 32,89 | 36,20 | 35,70 | 0,4 | 92,3 | 78,7 | 72,4 | 116,67 | [0,2] | 32,45 | [0,2] | 115,96 | 32,14 | 0 | 0,978 | 6,1 |

| code | VG | VH | V inf | <V> | tol | Hb | Hm | He | RA | tol | DEC | tol | RA g | DEC g | Mv | COS Z | Qmax |
|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|------|------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|----|-------|------|
| 90199 | 35,74 | 35,08 | 37,40 | 37,40 | 0,2 | 102,4 | 82,4 | 64,7 | 113,17 | [0,2] | 32,49 | [0,2] | 112,43 | 32,19 | -3 | 0,976 | 69,5 |
| 90200 | 34,91 | 34,18 | 36,60 | 36,10 | 0,3 | 98,9 | 79,4 | 72,6 | 114,42 | [0,2] | 33,14 | [0,2] | 113,61 | 32,87 | -2 | 0,984 | 22,2 |
| 90202 | 34,06 | 33,57 | 35,80 | 35,70 | 0,1 | 96,3 | | 72,0 | 114,29 | [0,2] | 32,11 | [0,2] | 113,51 | 31,79 | -1 | 0,977 | 15,0 |
| 90203 | 33,66 | 33,27 | 35,40 | 35,10 | 0,1 | 94,9 | 70,8 | 58,6 | 114,78 | [0,2] | 32,92 | [0,2] | 113,91 | 32,56 | -1 | 0,970 | 13,8 |
| 90206 | 34,59 | 33,81 | 36,30 | 35,70 | 0,4 | 93,4 | 74,9 | 71,0 | 114,57 | [0,2] | 32,86 | [0,2] | 113,89 | 32,31 | -1 | 0,977 | 15,5 |
| 90210 | 35,05 | 33,70 | 36,70 | 35,40 | 0,5 | 91,8 | | 76,6 | 115,98 | [0,2] | 33,01 | [0,2] | 115,03 | 32,67 | 0 | 0,965 | 26,8 |
| 90211 | 33,48 | 33,49 | 35,20 | 35,00 | 0,5 | 94,4 | 84,3 | 80,5 | 113,58 | [0,2] | 31,36 | [0,2] | 112,60 | 30,92 | 0 | 0,952 | 27,5 |
| 90221 | 35,01 | 34,19 | 36,60 | 35,80 | 0,8 | 93,5 | 88,3 | 81,9 | 114,73 | [0,2] | 32,77 | [0,2] | 113,60 | 32,30 | 1 | 0,918 | 44,4 |
| 90229 | 35,54 | 34,39 | 37,10 | 35,30 | 0,6 | 97,0 | 91,4 | 84,0 | 115,11 | [0,2] | 32,81 | [0,2] | 113,96 | 32,33 | 1 | 0,911 | 40,4 |
| 90237 | 34,43 | 33,77 | 36,00 | 35,50 | 0,3 | 95,1 | 76,6 | 61,7 | 115,18 | [0,2] | 32,91 | [0,2] | 113,83 | 32,27 | -1 | 0,837 | 23,4 |
| 90244 | 32,98 | 32,58 | 34,60 | 34,30 | 0,2 | 96,0 | 87,9 | 80,3 | 115,63 | [0,2] | 31,28 | [0,2] | 114,16 | 30,49 | 0 | 0,800 | 32,0 |
| 90246 | 33,61 | 33,14 | 35,20 | 35,10 | 0,2 | 99,3 | 88,4 | 59,5 | 115,53 | [0,2] | 32,58 | [0,2] | 114,08 | 31,84 | -1 | 0,803 | 37,9 |
| 90249 | 36,45 | 34,85 | 37,90 | 36,40 | 1,0 | 100,0 | 87,7 | 85,8 | 116,08 | [0,2] | 34,21 | [0,2] | 114,74 | 33,55 | 1 | 0,793 | 13,8 |
| 90251 | 35,00 | 34,00 | 36,50 | 36,40 | 0,5 | 96,9 | 87,2 | 75,7 | 115,53 | [0,2] | 32,75 | [0,2] | 114,09 | 32,01 | -1 | 0,767 | 33,8 |
| 90253 | 35,22 | 34,46 | 36,70 | 36,30 | 0,2 | 99,6 | 80,0 | 77,3 | 114,82 | [0,2] | 32,96 | [0,2] | 113,34 | 32,18 | -2 | 0,733 | 27,5 |
| 90256 | 33,94 | 33,79 | 36,00 | 35,80 | 0,3 | 97,1 | 83,5 | 82,3 | 111,97 | [0,2] | 32,18 | [0,2] | 113,54 | 31,40 | -1 | 0,458 | 4,1 |
| 90264 | 34,19 | 33,99 | 36,20 | 35,80 | 0,5 | 93,2 | 74,7 | 71,9 | 112,91 | [0,2] | 32,91 | [0,2] | 113,84 | 32,56 | 0 | 0,686 | 12,0 |
| 90265 | 35,23 | 32,68 | 37,20 | 35,90 | 0,4 | 93,4 | 64,0 | 60,3 | 119,00 | [0,2] | 35,67 | [0,2] | 120,03 | 35,41 | 0 | 0,659 | 7,3 |
| 90266 | 34,52 | 33,93 | 36,50 | 36,10 | 0,3 | 100,0 | 88,0 | 79,9 | 113,43 | [0,2] | 32,02 | [0,2] | 114,23 | 31,63 | -2 | 0,703 | 20,0 |
| 90267 | 34,64 | 34,43 | 36,60 | 36,50 | 0,4 | 100,3 | 86,5 | 73,4 | 112,71 | [0,2] | 32,26 | [0,2] | 113,29 | 31,99 | -1 | 0,775 | 15,6 |
| 90271 | 34,66 | 34,22 | 36,60 | 35,60 | 0,1 | 98,1 | 67,0 | 52,5 | 113,45 | [0,2] | 32,28 | [0,2] | 113,88 | 32,05 | -3 | 0,811 | 14,4 |
| 90272 | 34,76 | 33,96 | 36,70 | 35,50 | 0,2 | 95,1 | 69,3 | 51,5 | 114,35 | [0,2] | 32,73 | [0,2] | 114,84 | 32,48 | -4 | 0,796 | 6,6 |
| 90276 | 34,30 | 33,86 | 36,25 | 35,80 | 0,3 | 92,5 | 78,8 | 73,3 | 113,84 | [0,2] | 32,38 | [0,2] | 114,27 | 32,13 | -2 | 0,817 | 7,7 |
| 90282 | 34,54 | 33,61 | 36,40 | 36,10 | 0,4 | 99,8 | 88,6 | 84,6 | 115,54 | [0,2] | 32,58 | [0,2] | 115,44 | 32,39 | 1 | 0,929 | 21,5 |
| 90286 | 34,68 | 34,13 | 36,50 | 36,20 | 0,3 | 98,8 | 76,1 | 68,4 | 114,51 | [0,2] | 32,17 | [0,2] | 114,21 | 31,98 | -1 | 0,960 | 17,5 |
| 90288 | 34,69 | 34,19 | 36,50 | 36,20 | 1,7 | 95,1 | 88,8 | 82,5 | 114,25 | [0,2] | 32,10 | [0,2] | 113,92 | 31,87 | 0 | 0,960 | 45,0 |
| 90289 | 34,68 | 33,58 | 36,50 | 36,10 | 1,0 | 92,0 | 76,9 | 66,1 | 117,00 | [0,2] | 35,45 | [0,2] | 116,74 | 35,35 | -1 | 0,968 | 9,1 |
| 90296 | 35,07 | 34,04 | 36,80 | 36,70 | 0,8 | 88,9 | 71,5 | 64,7 | 115,28 | [0,2] | 34,57 | [0,2] | 114,69 | 34,34 | 0 | 0,983 | 6,6 |

Table 2 : Class B trajectories and Radiant positions. (51 Geminids)

| code | VG | VH | V inf | <V> | tol | Hb | Hm | He | RA | tol | DEC | tol | RA g | DEC g | Mv | COS Z | Qmax |
|-------|-------|-------|-------|-------|-----|------|------|------|--------|-----|-------|-------|--------|-------|----|-------|------|
| 90131 | 35,03 | 33,36 | 37,00 | 36,60 | 0,3 | 96,0 | 82,2 | 79,0 | 114,71 | 2,0 | 33,48 | [0,2] | 115,71 | 33,05 | 0 | 0,643 | 21,1 |
| 90143 | 35,20 | 35,37 | 37,10 | 35,70 | 0,4 | 90,8 | 81,6 | 78,5 | 110,44 | 2,0 | 33,06 | [0,2] | 110,82 | 32,81 | 0 | 0,819 | 21,9 |
| 90163 | 35,08 | 34,35 | 36,90 | 36,10 | 1,1 | 95,1 | 86,9 | 81,9 | 113,33 | 1,0 | 32,50 | [0,2] | 113,16 | 32,29 | 1 | 0,938 | 69,8 |
| 90185 | 34,75 | 34,00 | 36,50 | 36,30 | 0,6 | 95,4 | 82,2 | 79,6 | 114,12 | 1,0 | 32,41 | [0,2] | 113,54 | 32,14 | 0 | 0,977 | 32,0 |
| 90216 | 34,83 | 34,57 | 36,45 | 36,33 | 0,3 | 95,7 | 83,8 | 80,4 | 113,40 | 1,6 | 32,67 | [0,2] | 112,34 | 32,25 | 0 | 0,939 | 66,6 |
| 90217 | 34,36 | 34,49 | 36,00 | 35,80 | 0,4 | 99,0 | 80,8 | 76,9 | 113,03 | 1,2 | 33,08 | [0,2] | 111,92 | 32,62 | -1 | 0,930 | 50,1 |
| 90236 | 34,43 | 33,40 | 36,00 | 35,30 | 1,4 | 95,2 | 85,2 | 83,0 | 116,13 | 1,6 | 32,97 | [0,2] | 114,80 | 32,36 | 0 | 0,855 | 71,0 |
| 90248 | 35,19 | 33,94 | 36,70 | 35,60 | 0,4 | 98,6 | 87,4 | 83,5 | 116,03 | 1,5 | 33,08 | [0,2] | 114,65 | 32,42 | 0 | 0,809 | 64,9 |
| 90252 | 34,48 | 33,62 | 36,00 | 35,70 | 0,5 | 94,2 | 83,1 | 81,0 | 115,72 | 1,5 | 33,21 | [0,2] | 114,36 | 32,40 | 0 | 0,751 | 12,5 |
| 90261 | 33,97 | 33,78 | 36,00 | 35,80 | 0,5 | 95,8 | 83,0 | 77,3 | 112,81 | 1,1 | 32,83 | [0,2] | 113,95 | 32,36 | -1 | 0,619 | 21,6 |
| 90263 | 36,07 | 34,11 | 38,00 | 35,90 | 0,8 | 97,5 | 86,9 | 83,4 | 115,39 | 2,0 | 32,69 | [0,2] | 116,31 | 32,34 | 1 | 0,646 | 8,9 |

34,79 36,59
0,68 0,68

Table 3 : Class C trajectories and Radiant positions. (11 Geminids)

| code | Date | sol.long. | Mv | N | Hb | He | RA | tol | DEC | tol | RA g | DEC g | COS Z | Qmax |
|-------|---------|-----------|----|---|------|------|--------|-----|-------|-----|--------|-------|-------|------|
| 90111 | 13,1865 | 261,0234 | -1 | 2 | 97,0 | 73,7 | 118,94 | | 33,01 | | 117,77 | 32,42 | 0,87 | 33,4 |
| 90113 | 13,8322 | 261,6805 | 1 | 2 | 91,0 | 84,2 | 112,76 | | 33,63 | | 114,51 | 32,88 | 0,44 | 8,1 |
| 90119 | 13,8699 | 261,7188 | 1 | 2 | 93,9 | 86,3 | 114,92 | 2,0 | 32,57 | | 116,34 | 32,00 | 0,54 | 10,3 |
| 90122 | 13,8714 | 261,7206 | 0 | 2 | 99,1 | 80,1 | 112,48 | 2,0 | 33,24 | | 113,82 | 32,74 | 0,58 | 43,3 |
| 90129 | 13,8911 | 261,7408 | 1 | 2 | 91,6 | 86,5 | 113,99 | | 32,95 | | 115,16 | 32,51 | 0,63 | 30,6 |
| 90137 | 13,9232 | 261,7728 | -1 | 2 | 98,0 | 85,0 | 118,36 | | 31,90 | | 119,31 | 31,51 | 0,69 | 6,7 |
| 90138 | 13,9247 | 261,7749 | 1 | 2 | 96,5 | 87,0 | 111,45 | | 32,74 | | 112,18 | 32,45 | 0,76 | 36,1 |
| 90140 | 13,9337 | 261,7842 | 0 | 2 | 89,5 | 80,1 | 112,78 | | 31,63 | | 113,45 | 31,32 | 0,77 | 5,5 |
| 90145 | 13,9436 | 261,7941 | 0 | 2 | 98,2 | 86,4 | 111,44 | 1,0 | 33,01 | | 111,57 | 32,99 | 0,81 | 9,6 |

waarden zijn onafhankelijk van het verschijningstijdstip zodat alle gegevens (met uitzondering van sets met kleine convergentiehoeken) op één hoop gegooid kunnen worden.

De grafieken 3 en 4 geven voor 152 n-multaan gefotografeerde Geminiden het verband tussen uitdoofhoogte resp. de oplichthoogte van de meteor als functie van de (waargenomen) visuele magnitude dan wel de geschatte magnitude vanaf het negatief.

De oplicht- en uitdoofhoogtes van meteoren zijn bepaald door te kijken naar de hoogste oplichthoogte resp. de laagste uitdoofhoogte die per simultaanset beschikbaar is. Uiteraard zijn de opnamen gecontroleerd op negatief inkomend resp. negatief uitgaand.

Ondanks de grote spreidingen in de hoogtes zijn er duidelijke trends zichtbaar. Bij helderder meteoren neemt de oplichthoogte toe en zij dringen ook dieper in de atmosfeer door. Het verband tussen oplicht- en uitdoofhoogtes en de helderheid is met een lineair verband te benaderen.

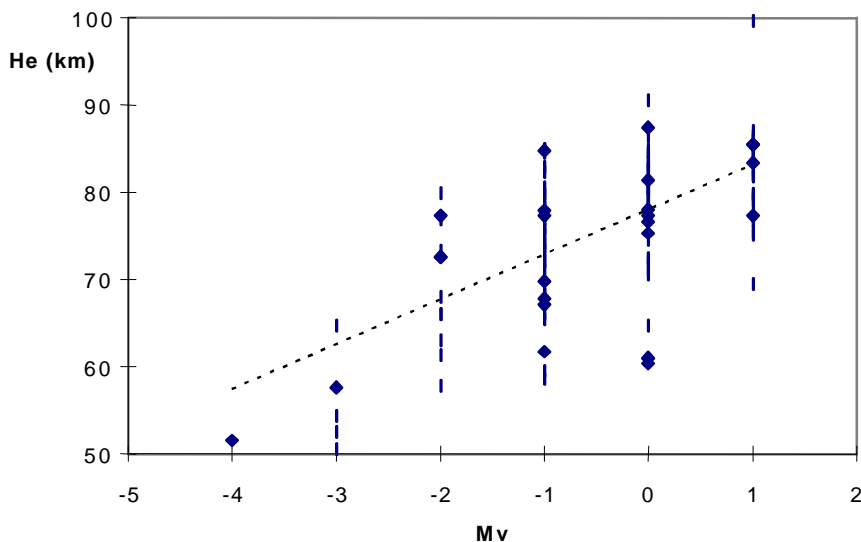
Voor de helderheden is niet gebruik gemaakt van de schattingen van de waarnemers, maar is gekeken naar de helderheid van het meteorspoor op het negatief.

Ruwweg kunnen oplicht- en uitdoofhoogtes als volgt worden geschreven als functie van de helderheid :

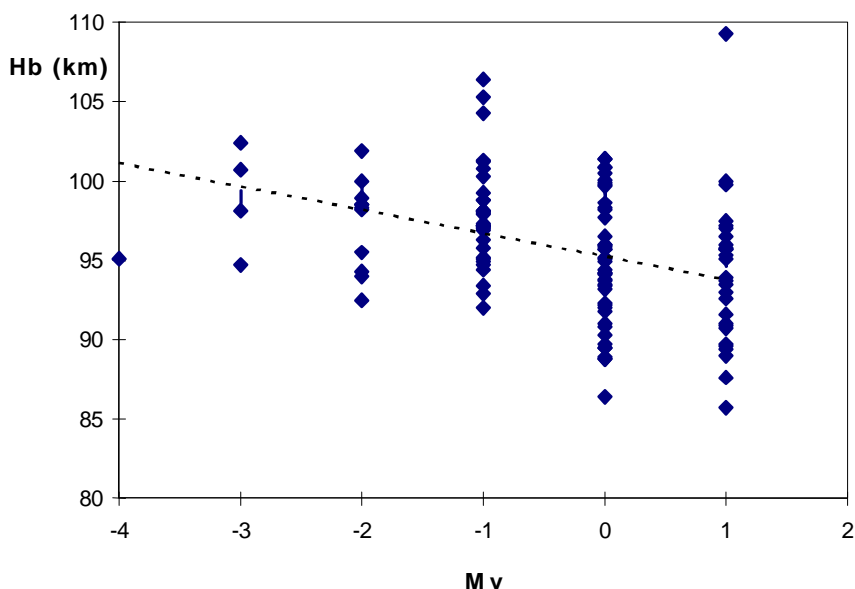
$$h_c = 76 + 4.4 M_v \text{ en } h_b = 95 - 1.4 M_v$$

Tot slot

Met dit artikel zijn alle simultaangegevens van de Geminiden 1990 bijgewerkt. Momenteel wordt nog hard gewerkt aan de verwerking van de laatste Geminiden 1991 en het ligt in de bedoeling om op dit materiaal eenzelfde analyse los te laten en de resultaten te vergelijken met die van de Geminiden 1990. Een artikel voor Astronomy and Astrophysics over de Geminiden is in planning en tegen de tijd dat U dit verslag leest staan de eerste ideeën op papier. Alle werk in de Provence is niet voor niets geweest !



Figuur 3 : DMS Geminids 1990. Oplichthoogtes als functie van de helderheid (N=132).



Figuur 4 : DMS Geminids 1990. Uitdoofhoogtes als functie van de helderheid (N=132)

Referenties :

- 1] Betlem, H.; ter Kuile, C.; van 't Leven, J.; de Lignie, M.; van Vliet, M.: *Radiant* **16** (1994) pp. 33 ev.
- 2] Lindblad, B.A. (1987) in (eds.) Ceplecha, Z. en Pecina, P.: *Interplanetary Matter, Proc. 10th European Reg. Meeting of the IAU, vol.2, Prague*, pp. 201-204
- 3] Lindblad, B.A.: (1991), A.C. Levasseur-Regourd and H.Hasegawa, "A Study of meteor orbits obtained in Japan" . In : *Origin and Evolution of Interplanetary dust*, Kluwer Acad. Publishers, pp. 311-314.

| code | Date | sol.long. | Mv | N | Hb | He | RA | tol | DEC | tol | RA g | DEC g | COS Z | Qmax |
|-------|---------|-----------|----|---|-------|------|---------|-----|-------|------|--------|-------|-------|------|
| 90146 | 13,9443 | 261,7953 | 1 | 2 | 87,6 | 77,2 | 108,12 | | 32,79 | | 108,55 | 32,56 | 0,84 | 9,9 |
| 90149 | 13,9602 | 261,8109 | 0 | 2 | 89,5 | 78,0 | 115,81 | | 31,33 | | 116,29 | 31,04 | 0,82 | 14,5 |
| 90156 | 13,9810 | 261,8323 | 0 | 2 | 86,4 | 72,4 | 112,33 | | 32,07 | | 112,51 | 31,84 | 0,89 | 43,2 |
| 90157 | 13,9928 | 261,8439 | 0 | 2 | 96,5 | 84,9 | 114,69 | 1,6 | 32,65 | | 114,82 | 32,44 | 0,90 | 30,7 |
| 90160 | 13,9944 | 261,8457 | 0 | 2 | 91,0 | 82,9 | 114,14 | 2,1 | 32,52 | | 114,24 | 32,30 | 0,91 | 76,9 |
| 90162 | 14,0080 | 261,8597 | 1 | 3 | 95,7 | 85,4 | 112,57 | 0,7 | 32,29 | 0,05 | 112,51 | 32,07 | 0,94 | 80,7 |
| 90164 | 14,0083 | 261,8598 | 0 | 2 | 99,8 | 81,4 | 113,47 | 0,7 | 32,73 | | 113,42 | 32,52 | 0,94 | 14,6 |
| 90165 | 14,0094 | 261,8610 | 1 | 3 | 95,0 | 81,8 | 113,53 | 0,1 | 32,44 | 0,16 | 113,48 | 32,22 | 0,94 | 72,9 |
| 90166 | 14,0099 | 261,8615 | -1 | 2 | 106,4 | 77,9 | 112,93 | | 32,76 | | 112,86 | 32,55 | 0,94 | 36,5 |
| 90174 | 14,0309 | 261,8826 | 1 | 3 | 95,8 | 85,9 | 116,13 | 0,1 | 32,41 | 0,10 | 115,95 | 32,18 | 0,95 | 80,2 |
| 90179 | 14,0489 | 261,9012 | 1 | 3 | 89,4 | 69,5 | 114,44 | 0,5 | 32,05 | 0,66 | 114,07 | 31,79 | 0,52 | 38,3 |
| 90182 | 14,0539 | 261,9057 | 1 | 2 | 89,7 | 75,4 | 118,82 | | 32,00 | | 118,51 | 31,75 | 0,96 | 13,9 |
| 90197 | 14,0822 | 261,9349 | 1 | 2 | 89,6 | 79,8 | 115,90 | 0,5 | 31,96 | | 115,30 | 31,65 | 0,98 | 10,6 |
| 90198 | 14,0826 | 261,9349 | 1 | 2 | 92,6 | 82,6 | 117,49 | 0,5 | 32,80 | | 116,92 | 32,51 | 0,98 | 17,8 |
| 90205 | 14,0979 | 261,9509 | 1 | 2 | 96,0 | 79,7 | 115,13 | 1,0 | 32,33 | | 114,40 | 31,98 | 0,97 | 22,0 |
| 90209 | 14,0240 | 261,9606 | -1 | 2 | 104,3 | 84,9 | 116,29 | 2,0 | 31,34 | | 115,53 | 30,96 | 0,97 | 42,5 |
| 90218 | 14,1354 | 261,9892 | 1 | 2 | 90,7 | 76,7 | 114,06 | 1,0 | 32,51 | | 113,08 | 32,05 | 0,93 | 8,5 |
| 90222 | 14,1463 | 261,9998 | 0 | 2 | 100,5 | 78,7 | 116,48 | 0,8 | 33,23 | | 115,47 | 32,77 | 0,93 | 33,3 |
| 90223 | 14,1463 | 261,9997 | 1 | 2 | 93,7 | 84,5 | 118,55 | 0,8 | 32,57 | | 117,58 | 32,11 | 0,93 | 39,3 |
| 90225 | 14,1469 | 262,0008 | 1 | 2 | 90,9 | 77,3 | 114,24 | 1,3 | 32,90 | | 113,19 | 32,41 | 0,91 | 22,7 |
| 90226 | 14,1476 | 262,0013 | 0 | 2 | 99,0 | 82,5 | 117,05 | 2,0 | 32,25 | | 116,05 | 31,79 | 0,92 | 49,4 |
| 90230 | 14,1630 | 262,0171 | 1 | 2 | 109,3 | 99,6 | 116,68 | 1,3 | 32,29 | | 115,59 | 31,75 | 0,90 | 15,9 |
| 90234 | 14,1725 | 262,0267 | 0 | 3 | 93,8 | 79,4 | 114,74 | 0,4 | 33,03 | 0,30 | 113,57 | 32,44 | 0,87 | 26,5 |
| 90235 | 14,1776 | 262,0319 | 1 | 2 | 85,7 | 75,1 | 118,69 | | 31,22 | | 117,57 | 30,62 | 0,87 | 1,2 |
| 90240 | 14,1943 | 262,0505 | 0 | 2 | 89,7 | 77,0 | 111,19 | | 30,45 | | 109,91 | 26,68 | 0,77 | 2,0 |
| 90245 | 14,2014 | 262,0562 | 0 | 2 | 93,7 | 83,6 | 116,05 | | 32,43 | | 114,77 | 31,72 | 0,80 | 19,5 |
| 90255 | 14,2304 | 262,0857 | 0 | 3 | 99,9 | 90,5 | 115,42 | 0,3 | 33,19 | 0,19 | 114,02 | 32,33 | 0,71 | 25,9 |
| 90257 | 14,8646 | 262,7303 | 0 | 2 | 92,0 | 84,6 | 116,76 | 2,0 | 34,60 | | 118,28 | 34,04 | 0,53 | 9,7 |
| 90258 | 14,8712 | 262,7375 | 0 | 2 | 94,2 | 80,6 | 112,30 | | 34,60 | | 113,62 | 34,15 | 0,60 | 6,1 |
| 90277 | 14,9556 | 262,8233 | 0 | 2 | 99,7 | 87,4 | 115,05 | | 33,23 | | 115,54 | 33,00 | 0,83 | 25,4 |
| 90287 | 15,0281 | 262,8971 | 0 | 2 | 93,5 | 75,3 | 115,49 | | 33,22 | | 115,29 | 33,01 | 0,96 | 11,0 |
| 90290 | 15,0462 | 262,9142 | -1 | 2 | 92,9 | 68,3 | 131,15] | | 31,67 | | 131,18 | 31,42 | 0,91 | 1,9 |

Table 4 : Class D trajectories and Radiant positions. (41 Geminids)