

Forward-scatter waarnemingen van Geminiden, Ursiden en Boötiden

Ton Schoenmaker ¹, PA0EFA

1. Meester Homanstraat 8, 9301 HP Roden

Nog maar net bekomen van het spektakel van de Leoniden in november 2000 was het al weer tijd om radio en computer in gereedheid te brengen voor de Geminiden. Deze "betrouwbare" zwerm was een mooie gelegenheid om de theorie van de *observability* met de waarnemingen te verifiëren. Vlak na de Geminiden kwam er via Peter Jenniskens en Esko Lyytinen het verzoek om waarnemingen te doen van een mogelijke Ursiden outburst op 22 december. En tenslotte, om een drukke periode af te sluiten, waren er de Boötiden/Quadrantiden met naar verwacht een behoorlijke activiteit.

De waarnemingen

In [1] is de opzet beschreven van mijn automatisch waarneemstation voor meteorreflecties. Hierbij kort de voornaamste eigenschappen:

Locatie: Roden, Nederland (06° 26' OL, 53° 08' NB)

Frequentie: 55.275 MHz

Zendstation: Spaans TV kanaal E3 (video); zenders in La Muela (30 kW), Gamoniteiro (50 kW) en Aitana (60 kW); alle drie de stations binnen 100 Hz van de nominale frequentie; afstand resp. 1400, 1420 en 1660 km

Antenne: 3-elements horizontale Cushcraft 50 MHz Yagi afgestemd op 55.3 MHz; geografisch azimut 210° (ZW)

Ontvanger: Yupiteru MVT-9000 in USB mode; gevoeligheid 0.5 µV bij 12 dB S/N.

Registratie: 800 Hz audio signaal uit oortelefooncontact van de ontvanger wordt gelijkgericht, gedigitaliseerd en via de parallelle printerpoort aan een PC toegevoerd. Laboratoriumsoftware (HP-VEE) wordt gebruikt voor het bewerken van de digitale signalen en wegschrijven van 15-minuten tellingen van reflecties sterker dan 0.22 µV (-120dBm). Eveneens worden van alle individuele reflecties datum en tijd, tijdsduur en maximum signaalsterkte in een file voor verdere analyse weggeschreven.

Reduceren van de waarnemingen

Na de waarneemperiode wordt de file met individuele meteoren met een programma, eveneens in HP-VEE ge-

schreven, gereduceerd tot tellingen per uur en reflectiepercentages, beide waarden gemiddeld voor een periode van 30 minuten. Met de hand worden eventuele onzekere metingen, door bijvoorbeeld lokale storingen, sporadische-E reflecties of aurora verwijderd. Over het algemeen komen storingen niet vaak voor, maar in de zomerperiode en bij actieve Zon kunnen propagatie-effecten erg hinderlijk zijn. Het is zaak om via internet (Spaceweather, rapportages van zenden luisteramateurs, radio-blackout waarschuwingen) goed op de hoogte te blijven van de actuele situatie.

Bij grote aantallen reflecties en/of bij een hoog reflectiepercentage is de invloed van de dead-time niet meer te verwaarlozen. Daartoe worden de tellingen als volgt gecorrigeerd:

$$N_{corr} = N_{obs} / (30 - dead-time)$$

Hierbij is *Nobs* het aantal waargenomen reflecties per half uur en *dead-time* de totale tijdsduur van de reflecties in minuten.

Om voor de dagelijkse sporadische activiteit te kunnen corrigeren, worden de tellingen van één of meer dagen zonder zwermactiviteit gemiddeld en vervolgens afgetrokken van de 30-minuten tellingen.

Om tenslotte de intrinsieke zwermactiviteit te kunnen bepalen, want daar het gaat het uiteindelijk om, moeten de tellingen nog worden gecorrigeerd voor de *observability*. De *observability* is vergelijkbaar met de ZHR-correctie bij visueel werk, alleen gecompliceerder. Voor een vaste waarneemconfiguratie is de *observability* voornamelijk afhankelijk van elevatie en azimut van de radiant. De obser-

vability is maximaal bij een radiant-hoogte van 65° en bij een azimutverschil van 90° tussen de richting van radiant en zender. Minimale *observability* treedt op bij lage elevaties en elevaties groter dan 80° en als radiant en zender in dezelfde richting staan. Met behulp van de formules van Hines [2] wordt de *observability* voor alle datapunten berekend en genormeerd op de best mogelijke *observability* (100%). Vervolgens wordt met het spreadsheetprogramma Excel de activiteit zodanig gekozen dat activiteit vermenigvuldigd met de genormeerde *observability* zo goed mogelijk past bij de waargenomen aantallen.

Geminiden

De Geminiden staan bekend als een jaarlijks met grote regelmaat terugkerende zwerm. Verder zijn de flanken niet erg steil en zou dus de *observability* op een aantal opeenvolgende dagen goed te zien moeten zijn. De waarnemingen werden gestart op 8 december en beëindigd op 17 december. Figuur 1 toont de oorspronkelijke ongecorrigeerde 15-minuten tellingen en de 30-minuten tellingen gecorrigeerd voor dead-time.

Uit de analyses achteraf bleken de Geminiden op 9 december al actief te zijn, zodat voor de sporadische activiteit alleen die van 15 en 16 december bruikbaar waren. Uiteindelijk bleek 15 december het best te passen bij de dagelijkse sporadische activiteit. De dikke lijn "activity" van figuur 2 toont de activiteit van de Ge-

miniden na uitvoering van de correcties voor dead-time, dagelijkse sporadische activiteit en observability. De waargenomen tellingen volgen heel aardig de theoretische observability, al is de berekende observability bij de dalende taak tussen 6h en 12h UTC wat aan de vroege kant.

Op 10 december werd rond 4h UTC een smalle piek waargenomen. Na zorgvuldige analyse van de individuele reflecties kon geen aardse oorzaak gevonden worden. Daar andere radiowaarnemers op dat tijdstip geen verhoogde activiteit hebben waargenomen [3], is de oorzaak van de piek (nog) onduidelijk.

Opvallend is de langzame toename van de activiteit van 9 tot 13 december en de abrupte afname op 14 december. Dit komt goed overeen met de zwermkarakteristiek zoals gegeven door Jenniskens [4]. Het maximum van de activiteit is door de sterk variërende observability slecht te bepalen, maar zal ongeveer liggen op 2000 December 13.3 ± 0.2 , $\lambda_{2000} = 261.6^\circ$. Volgens [4] zou het maximum rond $\lambda_{2000} = 262.1^\circ$ hebben moeten plaatsvinden.

De Ursiden

Na de waarschuwingen van Peter Jenniskens en Esko Lyytinen voor een mogelijke uitbarsting van de Ursiden [5], werd vlak na de Geminidenactie de waarneeminstallatie op 18 december weer aangezet. De resultaten zijn te zien in figuur 3. Op het voorspelde tijdstip, 22 december 7^h30^m UTC, is van een verhoogde activiteit geen sprake. Alleen rond 9^h UTC is er een klein piekje, maar dat lijkt gezien de variaties in de dagelijkse sporadische activiteit nauwelijks significant. Gezien de lage activiteit is niet de volledige reductieprocedure uitgevoerd.

Vanuit Finland werd zowel door Esko Lyytinen als Ilkka Yrjölä gedurende een vijftal uren rond het voorspelde tijdstip een sterk verhoogde activiteit waargenomen. Ook sommige Japanse radiowaarnemers hebben een verhoogde activiteit waargenomen. Correspondentie met Esko Lyytinen over het grote verschil tussen de waarnemingen leverde weinig concreets op. Aan de observability kan het niet gelegen hebben: voor mijn waarnemstation was deze vrijwel gelijk aan die

van Ilkka Yrjölä. Opvallend was wel dat de Ursiden het best zijn gedetecteerd door ontvangststations met een relatief korte afstand (~500 km) tussen zender en ontvanger. Aangezien de Ursiden gemiddeld zwak waren (magnitude 4 en 5, zie Carl Johannink [6]), is de gemiddelde hoogte waar ze tot verbranding komen laag. In mijn geval staan de zenders ver weg (Spanje) en keek ik als het ware over de lage Ursiden heen. De enkele heldere Urside die mijn radio dan wel "zag", verdronk statistisch gezien in de dagelijkse hoeveelheid sporadische meteoren. De juistheid van deze hypothese staat echter geenszins vast.

De Boötiden (Quadrantiden)

Ter afsluiting van de rijke zwermen werd van 29 december 2000 tot 5 januari 2001 de Boötiden waargenomen. Figuur 4 toont de ongecorrigeerde tellingen en de tellingen na correctie voor dead-time. Door de hoge dead-time percentages, het hoogste 30-minuten gemiddelde van 66% werd gevonden op 3 januari tussen 11^h30^m en 12^h00^m UTC, verandert de deuk in een schijnbaar maximum kort voor 12^h UTC.

Na correctie voor de dagelijkse sporadische activiteit (zie figuur 5) is getracht de activiteit zodanig te kiezen dat activiteit*observability past bij de waarnemingen. Bij de Boötiden lukt dit niet zo goed als bij de Geminiden. Mogelijk wordt dit veroorzaakt doordat de snelheid van de Boötiden (43 km/s) groter is dan die van de Geminiden (36 km/s). Dit geeft aanleiding tot een bijna 50% hogere kinetische energie en navenant grotere ionisatie van de dampkring. Het is bekend dat "heldere" radiometeoren, zoals bijv. de Leoniden, zich slecht houden aan de observability en zich beter laten corrigeren volgens sinus(elevatie). De in figuur 5 getekende activiteitskromme volgt zo goed mogelijk de voor de observability gecorrigeerde tellingen en heeft, zij het met de nodige onzekerheid, een maximum rond 2001 januari 3.65 ($\lambda_{2000} = 238.33^\circ$). Dit klopt mooi met het door [4] voorspelde maximum ($\lambda_{2000} = 238.32^\circ$) en de visuele waarnemingen van Carl Johannink en Arnold Tukkers [7].

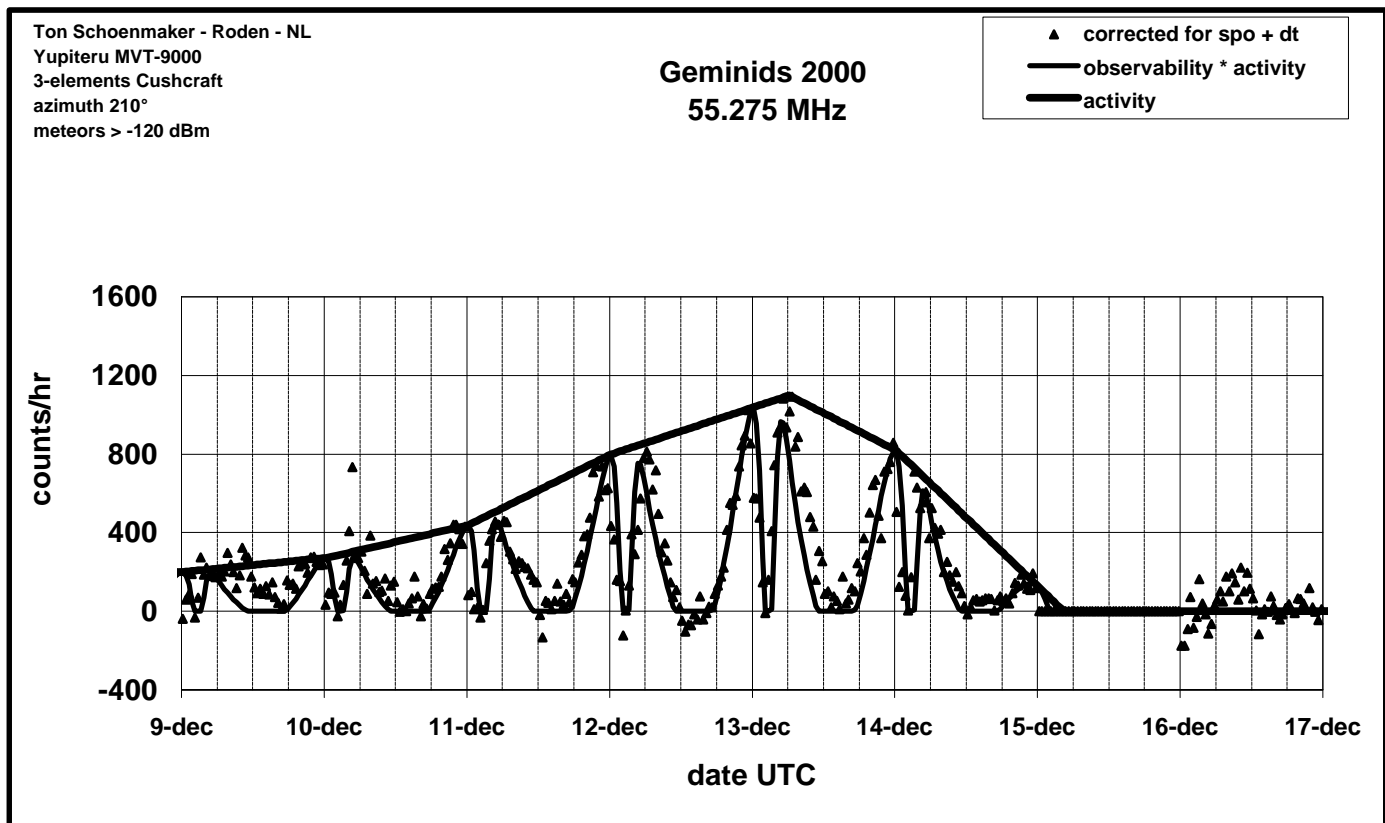
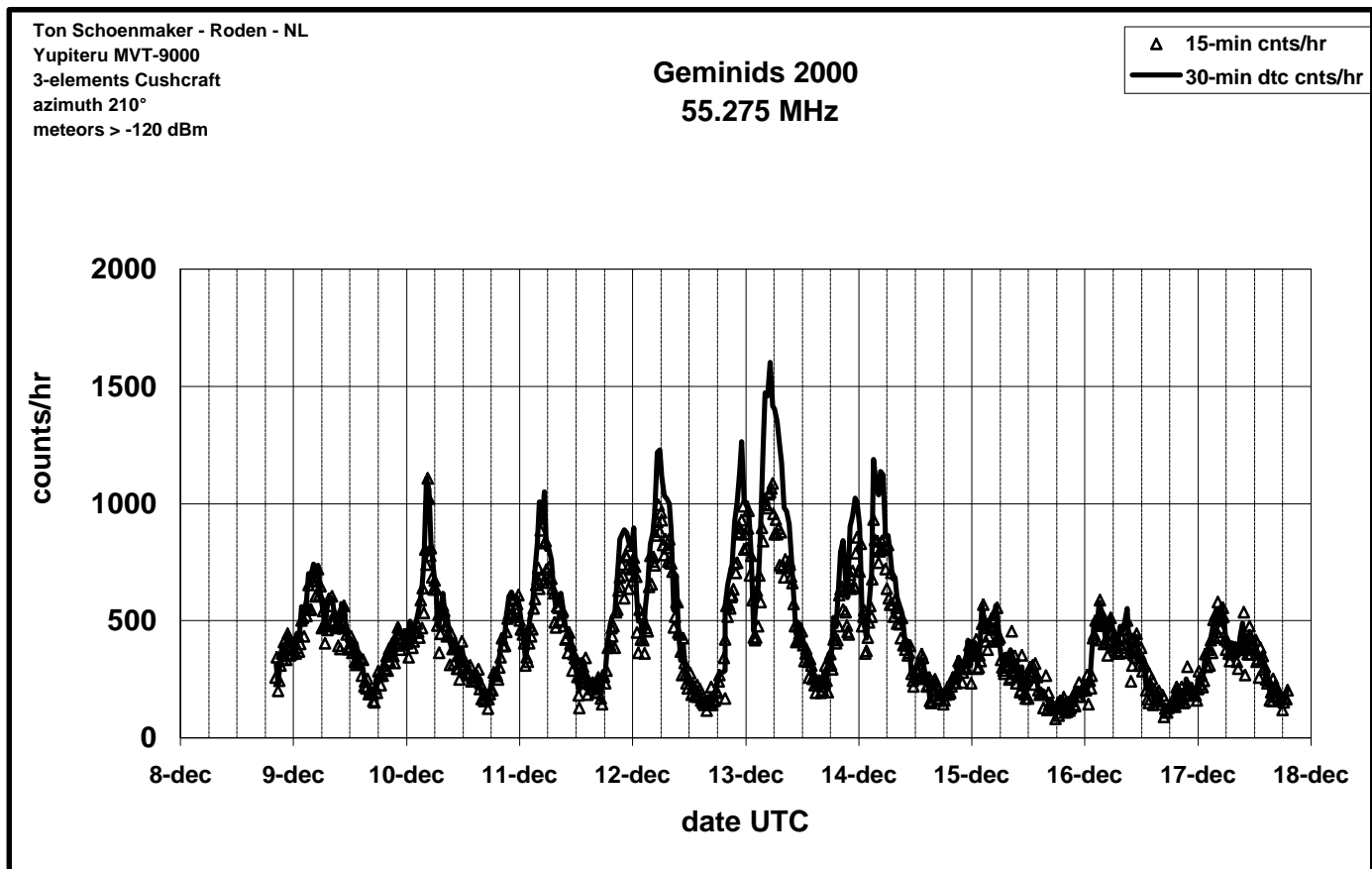
Referenties

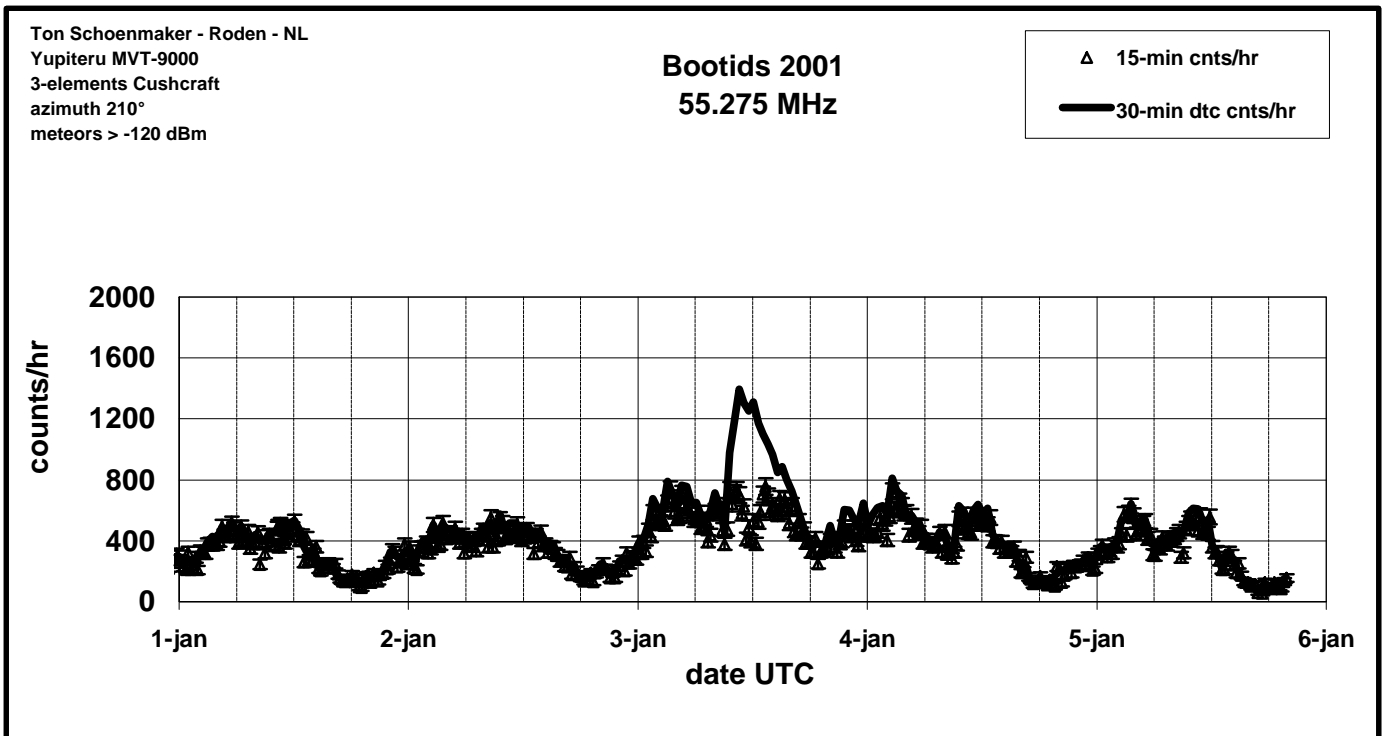
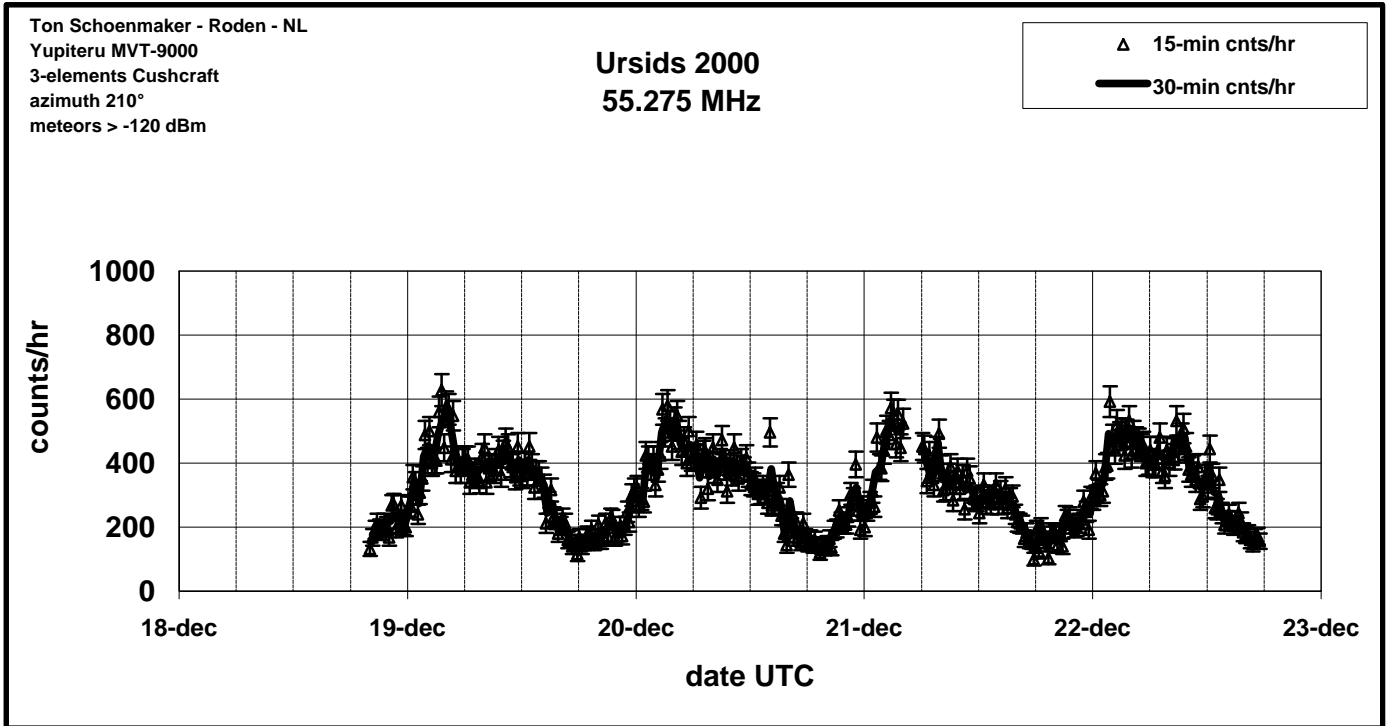
- 1] Schoenmaker, T., *Radiant* **22**, 5 (2000): Forward-scatter waarnemingen van de Leoniden 2000.
- 2] Hines, C.O., *Canadian Journal of Physics* **33**, 9 (1955): Diurnal variations in the number of shower meteors detected by the forward-scattering of radio waves.
- 3] Steyaert, C., *Radio Meteor Observation Bulletin* No. 89, December 2000.
- 4] Jenniskens, P., *Astronomy and Astrophysics* **287**, (1994): Meteor stream activity, I. The annual streams.
- 5] Jenniskens, P. and Lyytinen, E., *WGN* **28**, 6 (2000): Possible Ursid outburst on December 22, 2000.
- 6] Johannink, C., *Radiant* **22**, 6 (2000): Ursiden 2000: een 'outburst' of een 'outburstje'?
- 7] Johannink, C., *Radiant* **22**, 6 (2000): Dalende tak van de Quadrantiden waargenomen.

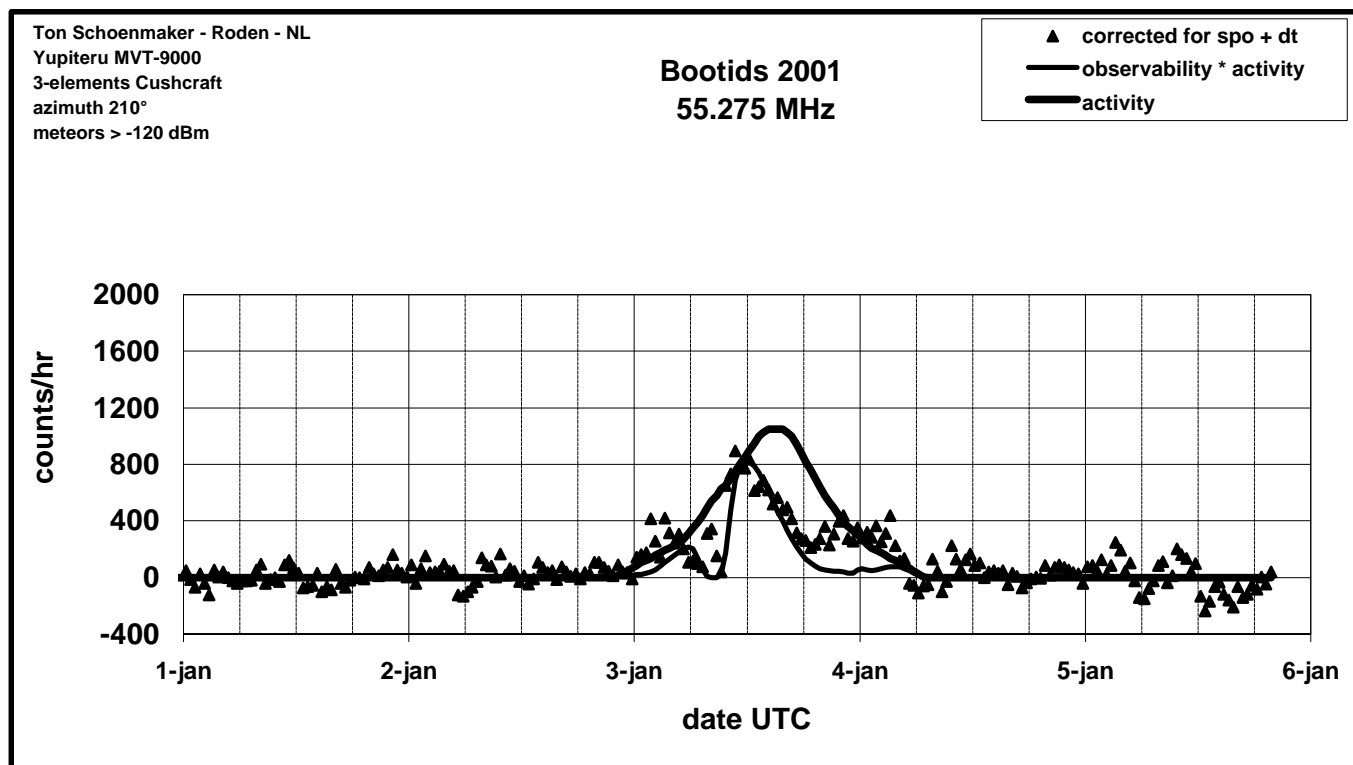
Bladzijde 17

Figuur 1. De open driehoekjes zijn de ongecorrigeerde 15-minuten tellingen van de Geminiden. De getrokken lijn volgt de 30-minuten tellingen, gecorrigeerd voor dead-time (dte = dead-time corrected). Let op de smalle piek op 10 december rond 4h UTC.

Figuur 2. Forward-scatter waarnemingen () van de Geminiden. De driehoekjes zijn 30-minuten tellingen gecorrigeerd voor dead-time en de sporadische activiteit van 15 december. De activiteit (bovenste kromme) is zodanig gekozen, dat deze vermenigvuldigd met de observability zo goed mogelijk past bij de waarnemingen.







Figuur 3 (blz. 18) : Ongecorrigeerde 15-minuten tellingen. Rond het door Jenniskens en Lyytinen voorspelde tijdstip 22 december 7h30m UTC is geen extra activiteit van de Ursiden waargenomen. Alleen rond 9h is op die datum een enigszins verhoogde activiteit. De onzekerheidsmarges op de uurtellingen zijn berekend met $\sigma = 4 * \text{sqrt}$ (aantal reflecties per 15 minuten).

Figuur 4 (blz. 18) : De ongecorrigeerde 15-minuten uurtellingen en de voor dead-time gecorrigeerde 30-minuten tellingen rond het maximum van de Boötiden. Boven op het dagelijkse patroon is de activiteit van de Boötiden op 3 en 4 januari goed zichtbaar.

Figuur 5 Hierboven : Forward-scatter waarnemingen () van de Boötiden. De driehoekjes zijn 30-minuten tellingen gecorrigeerd voor dead-time en de sporadische activiteit van 31 december 2000. De activiteit (bovenste kromme) is zodanig gekozen, dat deze vermenigvuldigd met de observability zo goed mogelijk past bij de waarnemingen.